HAMEG Instruments

A Rohde&Schwarz Company

Oszilloskop HM504-2

Handbuch

Deutsch

Oszilloskop
HM504-2

CE-Konformitätserklärung **3**
Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung **3**
Technische Daten **5**

Allgemeines **6**
Symbole 6
Aufstellung des Gerätes 6
Sicherheit 6
Bestimmungsgemäßer Betrieb 6
CAT I 6
Gewährleistung und Reparatur 7
Wartung 7
Schutzschaltung 7
Netzspannung 7

Die Grundlagen der Signalaufzeichnung **8**
Art der Signalspannung 8
Größe der Signalspannung 8
Spannungswerte an einer Sinuskurve 8
Gesamtwert der Eingangsspannung 9
Zeitwerte der Signalspannung 9
Anlegen der Signalspannung 10

Bedienelemente und Readout **11**
A: Grundeinstellungen 11
B: Menü-Anzeigen und Bedienung 11
C: Readout-Anzeigen 12
D: Beschreibung der Bedienelemente 12

Menü **25**

Inbetriebnahme und Voreinstellungen **25**
Strahldrehung TR 25
Tastkopf-Abgleich und Anwendung 26
Abgleich 1kHz 26
Abgleich 1MHz 26

Betriebsarten der Y-Messverstärker **26**
XY-Betrieb 27
Phasenvergleich mit Lissajous-Figur 27
Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt) 28
Messung einer Amplitudenmodulation 28

Triggerung und Zeitablenkung **29**
Automatische Spitzenwert-Triggerung 29
Normaltriggerung 30
Flankenrichtung ⎍⎍ 30
Triggerkopplung 30
Bildsynchronimpuls-Triggerung 31
Zeilensynchronimpuls-Triggerung 31
Netztriggerung 31
Alternierende Triggerung 31
Externe Triggerung 31
Triggeranzeige "TR" 32
Holdoff-Zeiteinstellung 32
Ablenkverzögerung / After Delay Triggerung 32

AUTOSET **34**

Mittelwertanzeige **34**

Komponenten-Test **34**

Abgleich **36**

RS-232 Interface – Fernsteuerung **37**
Sicherheitshinweis 37
Beschreibung 37
Baudrateneinstellung 37
Datenübertragung 37

Bedienungselemente HM504-2 ..... **38**

CE

Hersteller HAMEG Instruments GmbH
Manufacturer Industriestraße 6
Fabricant D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG Instruments

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformite du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:
Oszilloskop/Oscilloscope/Oscilloscope

Typ /Type /Type: HM504-2

mit / with / avec: –

Optionen / Options / Options: –

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité
EN 61010-1: 2001 / IEC (CEI) 1010-1: 2001

Messkategorie / Measuring category / Catégorie de mesure: I
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1 :1997 + A1:1998 + A2 :2001/IEC 61326 :1997 + A1 :1998 + A2 :2001
Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class /Classe B.
Störfestigkeit / Immunity / Imunitee: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14
Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique: Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3
Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.

Datum / Date / Date
25.6.2003

Unterschrift / Signature / Signatur
G. Hübenett
Product Manager

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung

HAMEG Messgeräte erfüllen die Bestimmungen der EMV Richtlinie. Bei der Konformitätsprüfung werden von HAMEG die gültigen Fachgrund- bzw. Produktnormen zu Grunde gelegt. In Fällen wo unterschiedliche Grenzwerte möglich sind, werden von HAMEG die härteren Prüfbedingungen angewendet. Für die Störaussendung werden die Grenzwerte für den Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung.
Die am Messgerät notwendigerweise angeschlossenen Mess- und Datenleitungen beeinflußen die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte in erheblicher Weise. Die verwendeten Leitungen sind jedoch je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Im praktischen Messbetrieb sind daher in Bezug auf Störaussendung bzw. Störfestigkeit folgende Hinweise und Randbedingungen unbedingt zu beachten:

1. Datenleitungen

Die Verbindung von Messgeräten bzw. ihren Schnittstellen mit externen Geräten (Druckern, Rechnern, etc.) darf nur mit ausreichend abgeschirmten Leitungen erfolgen. Sofern die Bedienungsanleitung nicht eine geringere maximale Leitungslänge vorschreibt, dürfen Datenleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden. Ist an einem Geräteinterface der Anschluss mehrerer Schnittstellenkabel möglich, so darf jeweils nur eines angeschlossen sein.
Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel ist das von HAMEG beziehbaren doppelt geschirmte Kabel HZ72 geeignet.

2. Signalleitungen

Messleitungen zur Signalübertragung zwischen Messstelle und Messgerät sollten generell so kurz wie möglich gehalten werden. Falls keine geringere Länge vorgeschrieben ist, dürfen Signalleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden.
Alle Signalleitungen sind grundsätzlich als abgeschirmte Leitungen (Koaxialkabel - RG58/U) zu verwenden. Für eine korrekte Masseverbindung muss Sorge getragen werden. Bei Signalgeneratoren müssen doppelt abgeschirmte Koaxialkabel (RG223/U, RG214/U) verwendet werden.

3. Auswirkungen auf die Messgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Messaufbaues über die angeschlossenen Messkabel zu Einspeisung unerwünschter Signalteile in das Messgerät kommen. Dies führt bei HAMEG Messgeräten nicht zu einer Zerstörung oder Außerbetriebsetzung des Messgerätes.
Geringfügige Abweichungen des Messwertes über die vorgegebenen Spezifikationen hinaus können durch die äußeren Umstände in Einzelfällen jedoch auftreten.

4. Störfestigkeit von Oszilloskopen

4.1 Elektromagnetisches HF-Feld

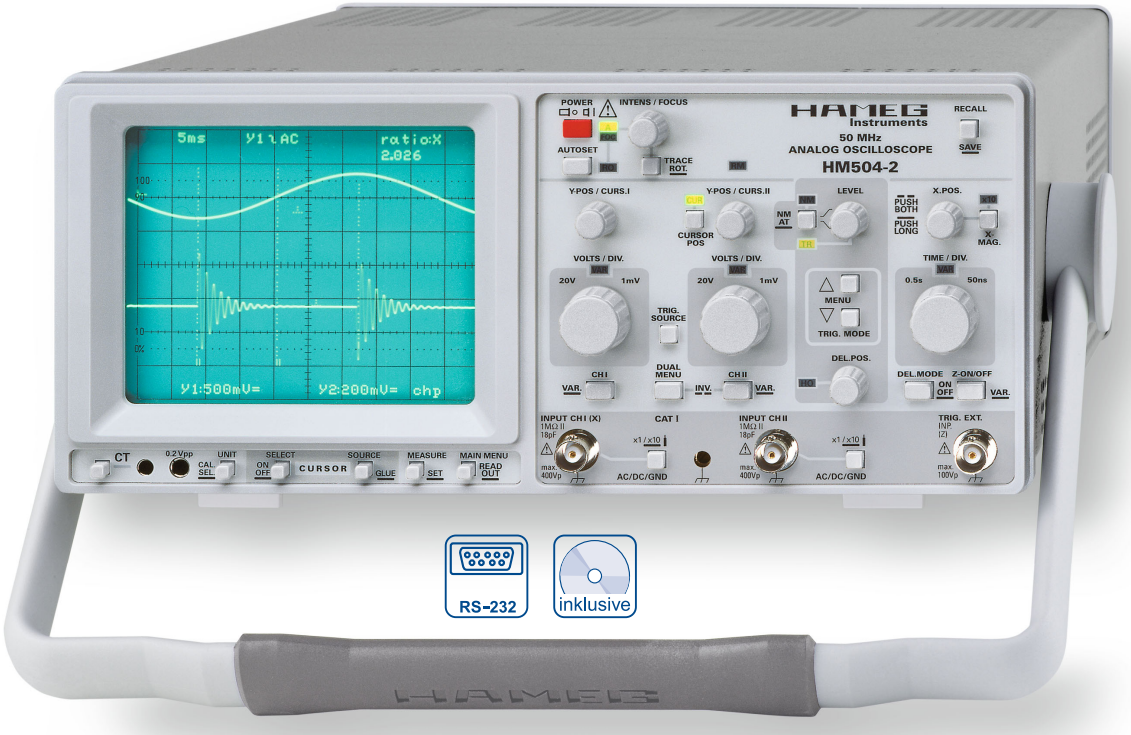
Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder, können durch diese Felder bedingte Überlagerungen des Messsignals sichtbar werden. Die Einkopplung dieser Felder kann über das Versorgungsnetz, Mess- und Steuerleitungen und/oder durch direkte Einstrahlung erfolgen. Sowohl das Messobjekt, als auch das Oszilloskop können hiervon betroffen sein.
Die direkte Einstrahlung in das Oszilloskop kann, trotz der Abschirmung durch das Metallgehäuse, durch die Bildschirmöffnung erfolgen. Da die Bandbreite jeder Messverstärkerstufe größer als die Gesamtbandbreite des Oszilloskops ist, können Überlagerungen sichtbar werden, deren Frequenz wesentlich höher als die –3 dB Messbandbreite ist.

4.2 Schnelle Transienten / Entladung statischer Elektrizität

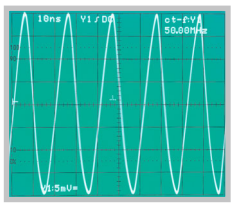
Beim Auftreten von schnellen Transienten (Burst) und ihrer direkten Einkopplung über das Versorgungsnetz bzw. indirekt (kapazitiv) über Mess- und Steuerleitungen, ist es möglich, dass dadurch die Triggerung ausgelöst wird.
Das Auslösen der Triggerung kann auch durch eine direkte bzw. indirekte statische Entladung (ESD) erfolgen.
Da die Signaldarstellung und Triggerung durch das Oszilloskop auch mit geringen Signalamplituden (<500µV) erfolgen soll, lässt sich das Auslösen der Triggerung durch derartige Signale (> 1kV) und ihre gleichzeitige Darstellung nicht vermeiden.

HAMEG Instruments GmbH

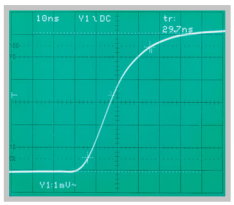
50 MHz Analog-Oszilloskop
HM504-2



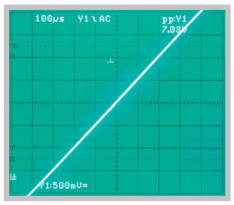
Hohe Messverstärkerdynamik erlaubt Vollaussteuerung mit 50 MHz Sinus



Anstiegszeitmessung mittels Cursor



Optimale Ablenklinearität



- ☑ 2 Kanäle mit Ablenkkoeffizienten 1 mV/Div...20 V/Div
- ☑ Zeitbasis 50 ns/Div...0,5 s/Div, mit X-Dehnung bis 10 ns/Div
- ☑ Rauscharme Messverstärker, hohe Impulswiedergabetreue
- ☑ Triggerung 0...100 MHz ab 5 mm Signalhöhe
- ☑ Hohe X-Dehnung beliebiger Signalteile durch Zeitbasisverzögerung
- ☑ 100 MHz 4-Digit Frequenzzähler, Cursor und automatische Messungen
- ☑ Save/Recall Speicher für Geräteeinstellungen
- ☑ Readout, Autoset, lüfterlos
- ☑ Yt-, XY- und Komponententest-Betrieb
- ☑ RS-232 Schnittstelle (nur Parameterabfragen und Steuerung)

50 MHz Analog-Oszilloskop HM504-2

Alle Angaben bei 23 °C nach einer Aufwärmzeit von 30 Minuten.

Vertikalablenkung

Betriebsarten:	Kanal 1 oder Kanal 2 einzeln Kanal 1 und 2 (alternierend oder chop.) Summe oder Differenz von CH 1 und CH 2
Invertierung:	CH 2
XY-Betrieb:	CH 1 (X) und CH 2 (Y)
Bandbreite:	2 x 0...50 MHz (-3 dB)
Anstiegszeit:	‹ 7 ns
Ablenkkoeffizienten:	Schaltfolge 1-2-5
1 mV/Div...2 mV/Div:	± 5 % (0...10 MHz (-3 dB))
5 mV/Div...20 V/Div:	± 3 % (0...50 MHz (-3 dB))
Variabel (unkal.):	› 2,5:1 bis › 50 V/Div
Eingangsimpedanz:	1 MΩ II 15 pF
Eingangskopplung:	DC, AC, GND (Ground)
Max. Eingangsspannung:	400 V (DC + Spitze AC)

Triggerung

Automatik (Spitzenwert):	20 Hz...100 MHz (≥ 5 mm)
Normal mit Level-Einst.:	0...100 MHz (≥ 5 mm)
Flankenrichtung:	Steigend oder fallend
Quellen:	CH 1 oder 2, alternierend CH 1/CH 2 (≥ 8 mm), Netz und extern
Kopplung:	AC (10 Hz...100 MHz), DC (0...100 MHz), HF (50 kHz...100 MHz), LF (0...1,5 kHz)
Triggeranzeige:	LED
2. Triggerung:	mit Level-Einst. u. Flankenwahl
Triggersignal extern:	≥ 0,3 V_{ss} (0...50 MHz)
Aktiver TV-Sync-Separator:	Bild und Zeile, +/-

Horizontalablenkung

Zeitkoeffizient:	50 ns/Div...0,5 s/Div (Schaltfolge 1-2-5)
Genauigkeit:	± 3 %
Variabel (unkal.):	› 2,5 :1 to › 1,25 s/Div
mit X-Dehnung x10:	bis 10 ns/Div (± 5 %)
Genauigkeit:	± 5 %
Verzögerung (zuschaltbar):	200 ns...140 ms (variabel)
Hold-off-Zeit:	bis ca. 10 :1 (variabel)
XY-Betrieb	
Bandbreite X-Verstärker:	0...3 MHz (-3 dB)
XY-Phasendifferenz ‹ 3°:	‹ 120 kHz

Bedienung / Anzeigen

Manuell:	über Bedienungsknöpfe
Autoset:	automatische Parametereinstellung
Save und Recall:	für 9 Geräteeinstellungen
Readout:	Messparameter und -resultate, Cursor und Menu
Auto Messfunktion:	Frequenz, Periode, U_{dc}, U_{pp}, U_{p+}, U_{p-}, Trigger Level
Cursor Messfunktion:	Δt, 1/Δt, tr, ΔU, U gegen GND, Gain, Verhältnis X, Y
Frequenzzähler:	4 Digit (0,01 % ± 1 Digit) 0,5 Hz...100 MHz
Schnittstelle:	RS-232 [1]

Komponententester

Testspannung:	ca. 7 V_{eff} (Leerlauf)
Teststrom:	max. 7 mA_{eff} (Kurzschluss)
Testfrequenz:	ca. 50 Hz
Testkabelanschluss:	2 Steckbuchsen 4 mm Ø

Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter)

Verschiedenes

CRT:	D14-363GY, 8 x 10 Div mit Innenraster
Beschleunigungsspannung:	ca. 2 kV
Strahldrehung:	auf Frontseite einstellbar
Z-Eingang (Helligk.-Modulation, analog):	max. +5 V (TTL)
Rechteck-Kal.-Signal:	0,2 V, 1 Hz...1 MHz (ta ‹ 4 ns), DC
Netzanschluss:	105...253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Leistungsaufnahme:	ca. 34 Watt bei 230 V/50 Hz
Schutzart:	Schutzklasse I (EN 61010-1)
Arbeitstemperatur:	+5...+40°C
Lagertemperatur:	-20...+70°C
Rel. Luftfeuchtigkeit:	5...80% (ohne Kondensation)
Abmessungen (B x H x T):	285 x 125 x 380 mm
Gewicht:	ca. 5,4 kg

[1] Gerätesteuerung und Parameterabfrage, nicht jedoch Übertragung des CRT Inhaltes.

Im Lieferumfang enthalten: Netzkabel, Bedienungsanleitung, Software für Win. auf CD-Rom, 2 Tastköpfe 1:1/10:1 (HZ154), RS-232 Schnittstelle

Optionales Zubehör:

HZ14	Schnittstellenkabel (seriell) 1:1
HZ20	Adapterstecker, BNC auf 4 mm Bananenbuchse
HZ33	Messkabel 50 Ω, BNC/BNC, 0,5 m
HZ34	Messkabel 50 Ω, BNC/BNC, 1 m
HZ43	19" Einbausatz 3HE
HZ51	Tastkopf 10:1 (150 MHz)
HZ52	Tastkopf 10:1 HF (250 MHz)
HZ53	Tastkopf 100:1 (100 MHz)
HZ56-2	Gleich-Wechselstrom-Messzange
HZ70	Opto-Schnittstelle (mit Lichtleiterkabel)
HZ100	Differenz-Tastkopf 20:1/200:1
HZ109	Differenz-Tastkopf 1:1/10:1
HZ115	Differenz-Tastkopf 100:1/1000:1
HZ200	Tastkopf mit Teilungsfaktorerkennung 10:1 (250 MHz)
HZ350	Tastkopf mit Teilungsfaktorerkennung 10:1 (350 MHz)
HZ355	Slimline-Tastkopf mit automatischer Kennung 10:1 (500 MHz)
HZO20	Hochspannungstastkopf 1000:1 (400 MHz)
HZO30	Aktiver Tastkopf (1 GHz)
HZO50	AC/DC Stromzange 20 A, DC...100 kHz
HZO51	AC/DC Stromzange 1000 A, DC...20 kHz

www.hameg.com

HM504-2D/091109/ce · Änderung vorbehalten · © HAMEG Instruments GmbH® · DQS-zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000, Reg. Nr.: DE-071040 QM

HAMEG Instruments GmbH · Industriestr. 6 · D-63533 Mainhausen · Tel +49 (0) 6182 800 0 · Fax +49 (0) 6182 800 100 · www.hameg.com · info@hameg.com

Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Inneren überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

Symbole

Bedienungsanleitung beachten

Hochspannung

Hinweis unbedingt beachten!

Erde

Aufstellung des Gerätes

Wie den Abbildungen zu entnehmen, lässt sich der Griff in verschiedene Positionen schwenken:
A und B = Trageposition
C = Waagerechte Betriebsstellung
D und E = Betriebsstellungen mit unterschiedlichem Winkel
F = Position zum Entfernen des Griffes
T = Stellung für Versand im Karton (Griffknöpfe nicht gerastet)

Achtung!
Um eine Änderung der Griffposition vorzunehmen, muss das Oszilloskop so aufgestellt sein, dass es nicht herunterfallen kann, also z.B. auf einem Tisch stehen. Dann müssen die Griffknöpfe zunächst auf beiden Seiten gleichzeitig nach Außen gezogen und in Richtung der gewünschten Position geschwenkt werden. Wenn die Griffknöpfe während des Schwenkens nicht nach Außen gezogen werden, können sie in die nächste Raststellung einrasten.

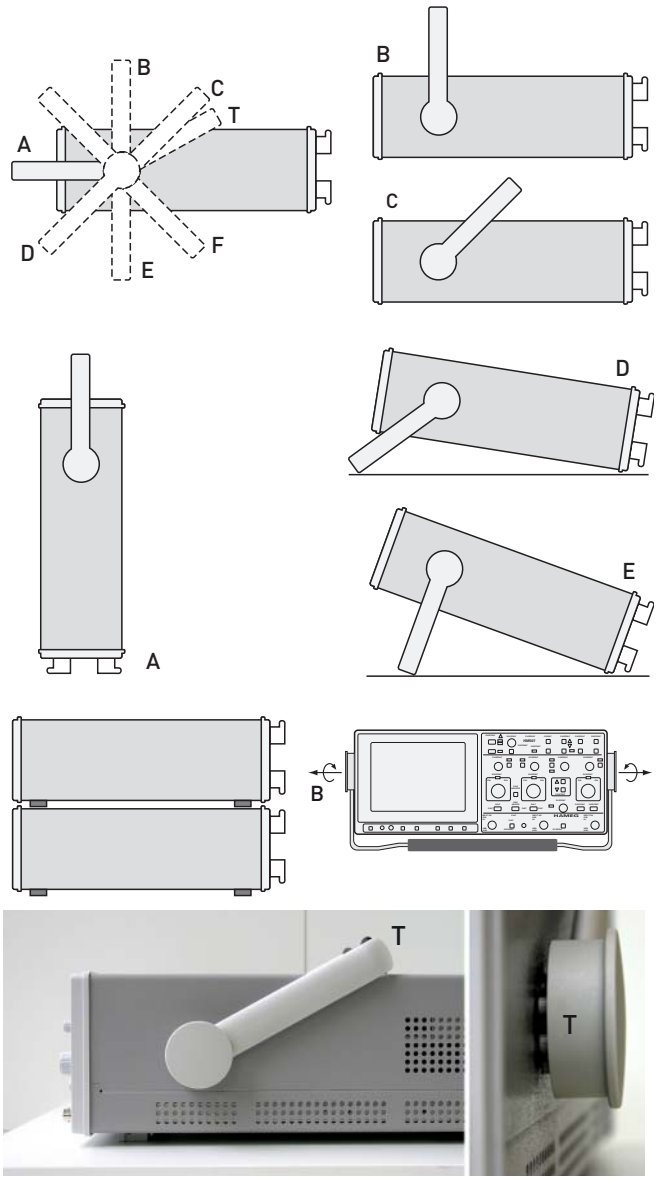
Entfernen/Anbringen des Griffs

Abhängig vom Gerätetyp kann der Griff in Stellung B oder F entfernt werden, in dem man ihn weiter herauszieht. Das Anbringen des Griffs erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, gebaut, geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Es entspricht damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 1010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung enthalten sind. Gehäuse, Chassis und alle Messanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der Schutzklasse I. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200 V Gleichspannung geprüft.
Das Oszilloskop darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Der Netzstecker muss eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Die meisten Elektronenröhren generieren Gammastrahlen. Bei diesem Gerät bleibt die Ionendosisleistung weit unter dem gesetzlich zulässigen Wert von 36 pA/kg.
Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern.



Diese Annahme ist berechtigt,
- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

Bestimmungsgemäßer Betrieb

ACHTUNG! Das Messgerät ist nur zum Gebrauch durch Personen bestimmt, die mit den beim Messen elektrischer Größen verbundenen Gefahren vertraut sind.

Aus Sicherheitsgründen darf das Oszilloskop nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig. Der Netzstecker muss eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.

CAT I

Dieses Oszilloskop ist für Messungen an Stromkreisen bestimmt, die entweder gar nicht oder nicht direkt mit dem Netz verbun-

den sind. Direkte Messungen (ohne galvanische Trennung) an Messstromkreisen der Messkategorie II, III oder IV sind unzulässig! Die Stromkreise eines Messobjekts sind dann nicht direkt mit dem Netz verbunden, wenn das Messobjekt über einen Schutz-Trenntransformator der Schutzklasse II betrieben wird. Es ist auch möglich mit Hilfe geeigneter Wandler (z.B. Stromzangen), welche die Anforderungen der Schutzklasse II erfüllen, quasi indirekt am Netz zu messen. Bei der Messung muss die Messkategorie – für die der Hersteller den Wandler spezifiziert hat – beachtet werden.

Messkategorien
Die Messkategorien beziehen sich auf Transienten auf dem Netz. Transienten sind kurze, sehr schnelle (steile) Spannungs- und Stromänderungen, die periodisch und nicht periodisch auftreten können. Die Höhe möglicher Transienten nimmt zu, je kürzer die Entfernung zur Quelle der Niederspannungs-installation ist.
Messkategorie IV: Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation (z.B. an Zählern).
Messkategorie III: Messungen in der Gebäudeinstallation (z.B. Verteiler, Leistungsschalter, fest installierte Steckdosen, fest installierte Motoren etc.).
Messkategorie II: Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind (z.B. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge etc.)
Messkategorie I: Elektronische Geräte und abgesicherte Stromkreise in Geräten.

Räumlicher Anwendungsbereich

Das Oszilloskop ist für den Betrieb in folgenden Bereichen bestimmt:
Industrie-, Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich
sowie Kleinbetriebe.

Umgebungsbedingungen

Die zulässige Umgebungstemperatur während des Betriebs reicht von +5 °C bis +40 °C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen –20 °C und +70 °C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muss das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden.
Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen.

Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!

Nenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmzeit von mind. 30 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur zwischen 15 °C und 30 °C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

Gewährleistung und Reparatur

HAMEG Geräte unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen 10-stündigen „Burn in-Test". Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Anschließend erfolgt ein umfangreicher Funktions- und Qualitätstest, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden. Die Prüfung erfolgt mit Prüfmitteln, die auf nationale Normale rückführbar kalibriert sind.

Es gelten die gesetzlichen Gewährleistungsbestimmungen des Landes, in dem das HAMEG-Produkt erworben wurde. Bei Beanstandungen wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie das HAMEG-Produkt erworben haben.

Nur für die Länder der EU:
Um den Ablauf zu beschleunigen, können Kunden innerhalb der EU die Reparaturen auch direkt mit HAMEG abwickeln. Auch nach Ablauf der Gewährleistungsfrist steht Ihnen der HAMEG Kundenservice für Reparaturen zur Verfügung.

Return Material Authorization (RMA):
Bevor Sie ein Gerät an uns zurücksenden, fordern Sie bitte in jedem Fall per Internet: http://www.hameg.com oder Fax eine RMA-Nummer an. Sollte Ihnen keine geeignete Verpackung zur Verfügung stehen, so können Sie einen leeren Originalkarton über den HAMEG-Service (Tel: +49 (0) 6182 800 500, E-Mail: service@hameg.com) bestellen.

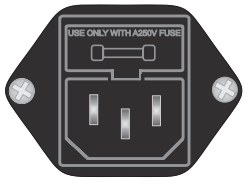
Wartung

Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem Staubpinsel gereinigt werden. Hartnäckiger Schmutz an Gehäuse und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen lässt sich mit einem angefeuchteten Tuch (Wasser +1% Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspiritus oder Waschbenzin (Petroleumäther) benutzt werden. Die Sichtscheibe darf nur mit Wasser oder Waschbenzin (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gereinigt werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben. Nach der Reinigung sollte sie mit einer handelsüblichen antistatischen Lösung, geeignet für Kunststoffe, behandelt werden. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Netzspannung

Das Gerät arbeitet mit 50 und 60 Hz Netzwechselspannungen im Bereich von 105 V bis 253 V. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen.
Die Netzeingangssicherung ist von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Ein Auswechseln der Sicherung darf und kann (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Buchse entfernt wurde. Dann muss der Sicherungshalter mit einem Schraubenzieher herausgehebelt werden. Der Ansatzpunkt ist ein Schlitz, der sich auf der Seite der Anschlusskontakte befindet. Die Sicherung kann dann aus einer Halterung gedrückt und ersetzt werden.
Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis er eingerastet ist. Die Verwendung ,,geflickter" Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Gewährleistung.

Sicherungstype:
Größe 5 x 20 mm; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: träge (T) 0,8A.



Die Grundlagen der Signalaufzeichnung

Art der Signalspannung

Das Oszilloskop **HM504-2** erfasst praktisch alle sich periodisch wiederholenden Signalarten (Wechselspannungen) mit Frequenzen bis mindestens 50 MHz (-3 dB) und Gleichspannungen.

Die Y-Messverstärker sind so ausgelegt, dass die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflusst wird.

Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Beim Messen ist ein ab ca. 14 MHz zunehmender Messfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei ca. 30 MHz beträgt der Abfall etwa 10%, der tatsächliche Spannungswert ist dann ca. 11% größer als der angezeigte Wert. Wegen der differierenden Bandbreiten der Y-Messverstärker (-3 dB zwischen 50 MHz und 55 MHz) ist der Messfehler nicht so exakt definierbar.
Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, dass auch deren Oberwellenanteile übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muss deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz der Y-Messverstärker. Bei der Auswertung solcher Signale ist dieser Sachverhalt zu berücksichtigen.
Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u.U. eine Veränderung der HOLD OFF- Zeit erforderlich. Fernseh-Video-Signale (FBAS-Signale) sind mit Hilfe des aktiven TV-Sync-Separators leicht triggerbar.

Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch. Beispielsweise wird bei ca. 40 MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (10 ns/cm) alle 2,0 cm ein Kurvenzug geschrieben.

Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat jeder Messverstärker-Eingang eine AC/DC-Taste (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung DC sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden bzw. wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

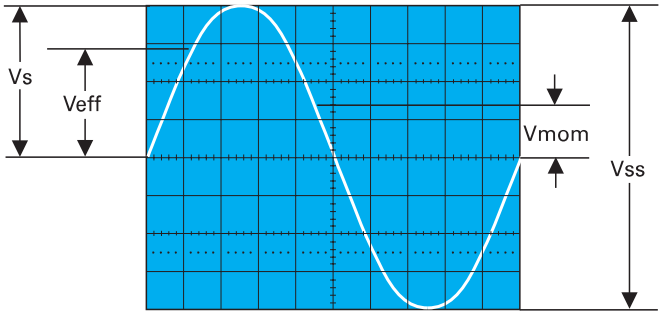
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei AC-Kopplung (Wechselstrom) des Messverstärkers störende Dachschrägen auftreten (AC-Grenzfrequenz ca. 1,6 Hz für 3 dB). In diesem Falle ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die DC-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muss vor den Eingang des auf DC-Kopplung geschalteten Messverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muss eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. DC-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impulssignalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit DC-Kopplung gemessen werden.

Die mit der AC/DC -Taste gewählte Eingangskopplung wird mit dem READOUT (Schirmbild) angezeigt. Das **=** -Symbol zeigt DC-Kopplung an, während AC-Kopplung mit dem **~** -Symbol angezeigt wird (siehe „Bedienelemente und Readout").

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der V_{ss}-Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.
Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muss der sich in V_{ss} ergebende Wert durch $2 \times \sqrt{2} = 2{,}83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, dass in V_{eff} angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in V_{ss} haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.

Spannungswerte an einer Sinuskurve



V_{eff} = Effektivwert; V_s = einfacher Spitzenwert;
V_{ss} = Spitze-Spitze-Wert;
V_{mom} = Momentanwert (zeitabhängig)

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt 1mVss (±5%), wenn mit dem READOUT (Schirmbild) der Ablenkkoeffizient 1mV angezeigt wird und die Feineinstellung kalibriert ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die möglichen Ablenkkoeffizienten sind in mVss/cm oder Vss/cm angegeben. Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm. Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren.
Für Amplitudenmessungen muss sich die Feineinstellung in ihrer kalibrierten Stellung befinden. Unkalibriert kann die Ablenkempfindlichkeit mindestens bis zum Faktor 2,5:1 verringert werden (siehe „Bedienelemente und Readout"). So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5-Abstufung des Teilerschalters eingestellt werden. Ohne Tastteiler sind damit Signale bis 400 V_{ss} darstellbar (Ablenkkoeffizient auf 20 V/cm, Feineinstellung 2,5:1).

Mit den Bezeichnungen

H = Höhe in cm des Schirmbildes,
U = Spannung in Vss des Signals am Y-Eingang,
A = Ablenkkoeffizient in V/cm (VOLTS / DIV.-Anzeige)

lässt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H \qquad H = \frac{U}{A} \qquad A = \frac{U}{H}$$

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

H zwischen 0,5 cm und 8 cm, möglichst 3,2 cm und 8 cm,
U zwischen 0,5 mV_{ss} und 160 V_{ss},
A zwischen 1 mV/cm und 20 V/cm in 1-2-5-Teilung.

Beispiel:
Eingest. Ablenkkoeffizient A = 50 mV/cm (0,05 V/cm)
abgelesene Bildhöhe H = 4,6 cm,
gesuchte Spannung U = 0,05 x 4,6 = 0,23 Vss

Eingangsspannung U = 5 V_{ss},
eingestellter Ablenkkoeffizient A = 1 V/cm,
gesuchte Bildhöhe H = 5 : 1 = 5 cm

Signalspannung U = 230 V_{eff} x 2 x √2 = 651 Vss
(Spannung >160 V_{ss}, mit Tastteiler 10 : 1 U = 65,1 V_{ss}),
gewünschte Bildhöhe H = mind. 3,2 cm, max. 8 cm,
maximaler Ablenkkoeffizient A = 65,1 : 3,2 = 20,3 V/cm,
minimaler Ablenkkoeffizient A = 65,1 : 8 = 8,1 V/cm,
einzustellender Ablenkkoeffizient A = 10 V/cm

Die vorherigen Beispiele beziehen sich auf die Ablesung mittels des Innenrasters der Strahlröhre, können aber wesentlich einfacher mit den auf ΔV -Messung geschalteten Cursoren ermittelt werden (***siehe „Bedienelemente und Readout"***).

Die Spannung am Y-Eingang darf 400 V (unabhängig von der Polarität) nicht überschreiten.

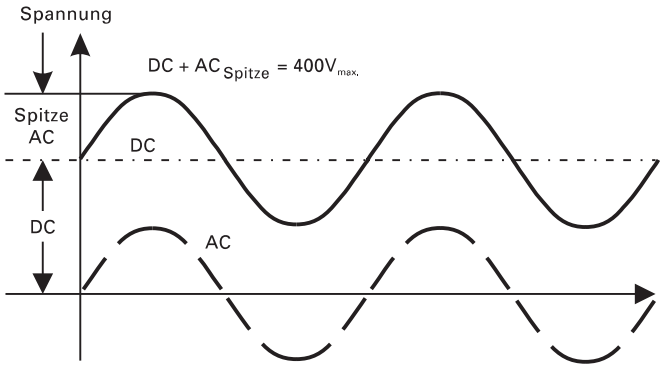
Ist das zu messende Signal eine Wechselspannung, die einer Gleichspannung überlagert ist (Mischspannung), beträgt der höchstzulässige Gesamtwert beider Spannungen (Gleichspannung und einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) ebenfalls + bzw. – 400 V (siehe Abbildung). Wechselspannungen, deren Mittelwert Null ist, dürfen maximal 800 V_{ss} betragen.

Beim Messen mit Tastteilern sind deren höhere Grenzwerte nur dann maßgebend, wenn DC-Eingangskopplung am Oszilloskop vorliegt.

Liegt eine Gleichspannung am Eingang an und ist die Eingangskopplung auf AC geschaltet, gilt der niedrigere Grenzwert des Oszilloskopeingangs (400 V). Der aus dem Widerstand im Tastkopf und dem 1 MΩ Eingangswiderstand des Oszilloskops bestehende Spannungsteiler ist, durch den bei AC-Kopplung dazwischen geschalteten Eingangs-Kopplungskondensator, für Gleichspannungen unwirksam. Gleichzeitig wird dann der Kondensator mit der ungeteilten Gleichspannung belastet. Bei Mischspannungen ist zu berücksichtigen, dass bei AC-Kopplung deren Gleichspannungsanteil ebenfalls nicht geteilt wird, während der Wechselspannungsanteil einer frequenzabhängigen Teilung unterliegt, die durch den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt ist. Bei Frequenzen ≥40 Hz kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen, können mit **HAMEG** 10:1 Tastteilern Gleichspannungen bis 600 V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 1200 V_{ss} gemessen werden. Mit Spezialtastteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200 V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 2400 V_{ss} messen. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, dass der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann.
Soll jedoch z.B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22 bis 68 nF) vorzuschalten.
Mit der auf **GND** geschalteten Eingangskopplung und dem **Y-POS.**-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als Referenzlinie für Massepotential eingestellt werden. Sie kann beliebig zur horizontalen Mittellinie eingestellt werden, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen vom Massepotential zahlenmäßig erfasst werden sollen.

Gesamtwert der Eingangsspannung



Die gestrichelte Kurve zeigt eine Wechselspannung, die um 0 Volt schwankt. Ist diese Spannung einer Gleichspannung überlagert (DC), so ergibt die Addition der positiven Spitze zur Gleichspannung die maximal auftretende Spannung (DC + AC Spitze).

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel handelt es sich in der Oszilloskopie um zeitlich wiederkehrende Spannungsverläufe, im folgenden Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung (**TIME/DIV.**) können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten werden mit dem **READOUT** (Schirmbild) angezeigt und in ms/cm, µs/cm und ns/cm angegeben.
Die folgenden Beispiele beziehen sich auf die Ablesung mittels des Innenrasters der Strahlröhre, können aber wesentlich einfacher mit den auf Δt- bzw. 1/Δt- (Frequenz) Messung geschalteten Cursoren ermittelt werden (siehe „Bedienelemente und Readout").
Die Dauer einer Signalperiode, bzw. eines Teils davon, ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muss die Zeit-Feineinstellung kalibriert sein. Unkalibriert kann die Zeitablenkgeschwindigkeit mindestens um den Faktor 2,5:1 verringert werden. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung der Zeit-Ablenkkoeffizienten eingestellt werden.

Mit den Bezeichnungen:
L = Länge in cm einer Periode (Welle) auf dem Schirmbild,
T = Zeit in s für eine Periode,
F = Folgefrequenz in Hz,
Z = Zeitkoeffizient in s/cm (TIME / DIV.-Anzeige)

und der Beziehung F = 1/T lassen sich folgende Gleichungen

$$T = L \cdot Z \qquad L = \frac{T}{Z} \qquad Z = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot Z} \qquad L = \frac{1}{F \cdot Z} \qquad Z = \frac{1}{L \cdot F}$$

aufstellen:
Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten innerhalb folgender Grenzen liegen:

L zwischen 0,2 und 10 cm, möglichst 4 – 10 cm,
T zwischen 10 ns und 5 s,
F zwischen 0,5 Hz und 40 MHz,

Z zwischen 100 ns/cm und 500 ms/cm in 1-2-5-Teilung (ohne X-Dehnung x10), und
Z zwischen 10ns/cm und 50ms/cm in 1-2-5 Teilung (bei X-Dehnung x10).

Beispiele:
Länge eines Wellenzugs (einer Periode) L = 7 cm,
eingestellter Zeitkoeffizient Z = 0,1 µs/cm,
gesuchte Periodenzeit T = 7 x 0,1 x 10^{-6} = 0,7 µs
gesuchte Folgefrequenz F = 1 : (0,7 x 10^{-6}) = 1,428 MHz.

Zeit einer Signalperiode T = 1 s,
eingestellter Zeitkoeffizient Z = 0,2 s/cm,
gesuchte Länge L = 1 : 0,2 = 5 cm.

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs L = 1 cm,
eingestellter Zeitkoeffizient Z = 10 ms/cm,
gesuchte Brummfrequenz F = 1 : (1 x 10 x 10^{-3}) = 100 Hz.

TV-Zeilenfrequenz F = 15.625 Hz,
eingestellter Zeitkoeffizient Z = 10 µs/cm,
gesuchte Länge L = 1 : (15.625 x 10^{-5}) = 6,4 cm.

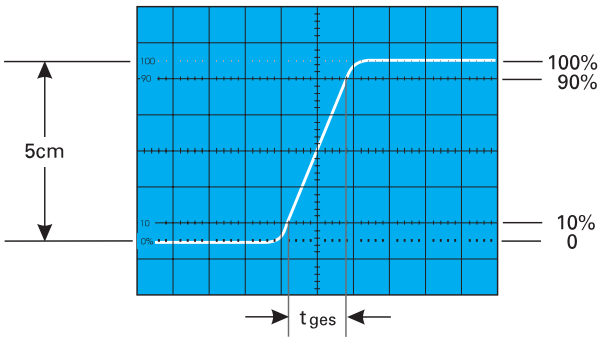
Länge einer Sinuswelle L = min. 4 cm, max. 10 cm,
Frequenz F = 1 kHz,
max. Zeitkoeffizient Z = 1 : (4 x 10^{3}) = 0,25 ms/cm,
min. Zeitkoeffizient Z = 1 : (10 x 10^{3}) = 0,1 ms/cm,
einzustellender Zeitkoeffizient Z = 0,2 ms/cm,
dargestellte Länge L = 1 : (103 x 0,2 x 10^{-3}) = 5 cm.

Länge eines HF-Wellenzugs L = 1 cm,
eingestellter Zeitkoeffizient Z = 0,5 µs/cm,
gedrückte Dehnungstaste X-MAG. (x 10) : Z = 50 ns/cm,
gesuchte Signalfreq. F = 1 : (1 x 50 x 10^{-9}) = 20 MHz,
gesuchte Periodenzeit T = 1 : (20 x 10^{6}) = 50 ns.

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (**X-MAG. x10**) arbeiten. Durch Drehen des **X-POS.**-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden.

Anstiegszeitmessung
Das Systemverhalten einer Impulsspannung wird durch deren Anstiegszeit bestimmt. Impuls-Anstiegs-/Abfallzeiten werden zwischen dem 10%- und 90%-Wert ihrer vollen Amplitude gemessen.

Messung:
- Die Flanke des betr. Impulses wird exakt auf 5cm Schreibhöhe eingestellt (durch Y-Teiler und dessen Feineinstellung.)
- Die Flanke wird symmetrisch zur X- und Y-Mittellinie positioniert (mit X- und Y-Pos. Einsteller).
- Die Schnittpunkte der Signalflanke mit den 10%- bzw. 90%-Linien jeweils auf die horizontale Mittellinie loten und deren zeitlichen Abstand auswerten (T=LxZ,).
- Die optimale vertikale Bildlage und der Messbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Bei einem eingestellten Zeitkoeffizienten von 10ns/cm ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

tges = 1,6cm x 10ns/cm = 16ns

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Messverstärkers und des evtl. benutzten Tastteilers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

$$t_a = \sqrt{t_{ges}^2 - t_{osc}^2 - t_t^2}$$

Dabei ist tges die gemessene Gesamtanstiegszeit, tosz die vom Oszilloskop (beim **HM504-2** ca. 7 ns) und tt die des Tastteilers, z.B. = 2 ns. Ist t_{ges} größer als 100 ns, kann die Anstiegszeit des Y-Messverstärkers vernachlässigt werden (Fehler <1%).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t = \sqrt{16^2 - 7^2 - 2^2} = 14{,}25 \text{ ns}$$

Die Messung der Anstiegs- oder Abfallzeit ist natürlich nicht auf die oben im Bild gezeigte Bild-Einstellung begrenzt. Sie ist so nur besonders einfach. Prinzipiell kann in jeder Bildlage und bei beliebiger Signalamplitude gemessen werden. Wichtig ist nur, dass die interessierende Signalflanke in voller Länge, bei nicht zu großer Steilheit, sichtbar ist und dass der Horizontalabstand bei 10% und 90% der Amplitude gemessen wird. Zeigt die Flanke Vor- oder Überschwingen, darf man die 100% nicht auf die Spitzenwerte beziehen, sondern auf die mittleren Dachhöhen. Ebenso werden Einbrüche oder Spitzen (glitches) neben der Flanke nicht berücksichtigt. Bei sehr starken Einschwingverzerrungen verliert die Anstiegs- oder Abfallzeitmessung allerdings ihren Sinn. Für Verstärker mit annähernd konstanter Gruppenlaufzeit (also gutem Impulsverhalten) gilt folgende Zahlenwert-Gleichung zwischen Anstiegszeit ta (in ns) und Bandbreite B (in MHz):

$$t_a = \frac{350}{B} \qquad B = \frac{350}{t_a}$$

Anlegen der Signalspannung

Ein kurzes Drücken der **AUTOSET**-Taste genügt, um automatisch eine sinnvolle, signalbezogene Geräteeinstellung zu erhalten (siehe AUTOSET). Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf spezielle Anwendungen, die eine manuelle Bedienung erfordern. Die Funktion der Bedienelemente wird im Abschnitt „Bedienelemente und Readout" beschrieben.

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang!

Es wird empfohlen, möglichst immer mit Tastteiler zu messen! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte als Signalkopplung zunächst immer AC und als Ablenkkoeffizient 20 V/cm eingestellt sein. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, dass die Signalamplitude viel zu groß ist und den Messverstärker total übersteuert. Dann ist der Ablenkkoeffizient zu erhöhen (niedrigere Empfindlichkeit), bis die vertikale Auslenkung nur noch 3 – 8 cm hoch ist. Bei kalibrierter Amplitudenmessung und mehr als 160 V_{ss} großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Ist die Periodendauer des Messsignals wesentlich länger als der eingestellte Zeit-Ablenkkoeffizient, verdunkelt sich der Strahl. Dann sollte der Zeit-Ablenkkoeffizient vergrößert werden.

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Messkabel, wie z.B. **HZ32** und **HZ34** direkt, oder über einen Tastteiler 10 : 1 geteilt möglich. Die Verwendung der genannten Messkabel an hochohmigen Messobjekten ist jedoch nur dann empfehlens-

wert, wenn mit relativ niedrigen, sinusförmigen Frequenzen (bis etwa 50 kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muss die Mess-Spannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50 Ohm) angepasst sein.

Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50-Ohm-Kabels, wie z.B. **HZ34**, ist hierfür von **HAMEG** der 50-Ohm-Durchgangsabschluss **HZ22** erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit werden ohne Abschluss an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar. Auch höherfrequente (>100 kHz) Sinussignale dürfen generell nur impedanzrichtig abgeschlossen gemessen werden. Im allgemeinen halten Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihre Anschlusskabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen wurden.

Dabei ist zu beachten, dass man den Abschlusswiderstand **HZ22** nur mit max. 2Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10V_{eff} oder – bei Sinussignal – mit 28,3 V_{ss} erreicht.

Wird ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluss erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlusskabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepasst. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10 MOhm II 12 pF bzw. 100 MOhm II 5 pF bei **HZ53**). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Vertikalverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muss ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe ,,Tastkopf-Abgleich").

Standard-Tastteiler am Oszilloskop verringern mehr oder weniger dessen Bandbreite; sie erhöhen die Anstiegszeit. In allen Fällen, bei denen die Oszilloskop-Bandbreite voll genutzt werden muss (z.B. für Impulse mit steilen Flanken), raten wir dringend dazu, die Tastköpfe **HZ51** (10:1), **HZ52** (10:1 HF) und **HZ54** (1:1 und 10:1) zu benutzen. Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe eines auf 1 MHz umschaltbaren Kalibrators, z.B. **HZ60**, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des Oszilloskops kaum merklich geändert und die Wiedergabe-Treue der Signalform u.U. sogar noch verbessert. Auf diese Weise könnten spezifische Mängel im Impuls-Übertragungsverhalten nachträglich korrigiert werden.

Wenn ein Tastteiler 10 : 1 oder 100 : 1 verwendet wird, muss bei Gleichspannungen über 400 V immer DC-Eingangskopplung benutzt werden.

Bei AC-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig. Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt – belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 400 V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die DC-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100 : 1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200 V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein Kondensator entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit vor den Tastteiler geschaltet werden (z.B. zur Brummspannungsmessung). Bei allen Tastteilern ist die zulässige Eingangswechselspannung oberhalb von 20 kHz frequenzabhängig begrenzt. Deshalb muss die „Derating Curve" des betreffenden Tastteilertyps beachtet werden.

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Messpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Messergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein.

Beim Anschluss des Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse sollte ein BNC-Adapter benutzt werden. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Messkreis (speziell bei einem kleinen Y-Ablenkkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Messkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen, verursacht von angeschlossenen fremden Netzgeräten, z.B. Signalgeneratoren mit Störschutzkondensatoren).

Bedienelemente und Readout

A: Grundeinstellungen

Die folgenden Beschreibungen setzen voraus, dass:
1. ***Der „Component Tester" abgeschaltet ist.***
2. ***Im MAIN MENU > SETUP & INFO > MISCELLANEOUS folgende Einstellungen vorliegen:***
   - ***2.1 CONTROL BEEP und ERROR BEEP eingeschaltet (x),***
   - ***2.2 QUICK START abgeschaltet.***
3. ***Die Bildschirmeinblendungen (Readout) sichtbar sind.***

Die auf der großen Frontplatte befindlichen Leuchtdiodenanzeigen erleichtern die Bedienung und geben zusätzliche Informationen. Endstellungen von Drehbereichen werden durch ein akustisches Signal signalisiert.

Bis auf die Netztaste **(POWER),** werden alle anderen Bedienelemente elektronisch abgefragt. Alle elektronisch erfassten Bedienfunktionen und ihre aktuellen Einstellungen können daher gespeichert bzw. gesteuert werden.

B: Menü-Anzeigen- und Bedienung

Das Betätigen einiger Tasten bewirkt die Anzeige von Menüs. Es wird zwischen Standardmenüs und Pulldown-Menüs unterschieden.

Standardmenüs:
Diese Menüs sind daran zu erkennen, dass das Readout keine Einstellparameter (Ablenkkoeffizienten etc.) mehr anzeigt. Die

Anzeige besteht dann aus der Menüüberschrift, den Menüpunkten bzw. Funktionen. Am unteren Röhrenrasterrand werden Symbole und Befehle angezeigt, deren Bedienung mit den darunter befindlichen Tasten erfolgt.
Mit **„Esc"** CT-Taste [37] wird in der Menühierarchie um einen Schritt zurückgeschaltet.

„Exit" SELECT - ON/OFF-Taste [34] schaltet die Menüanzeige ab und auf die Betriebsbedingungen zurück, die vor dem Menüaufruf vorlagen.
Die Auswahl erfolgt schrittweise mit den Tasten, die sich unter den nach oben bzw. nach unten zeigenden Dreiecksymbolen befinden.

Mit der UNIT - CAL/SEL.-Taste [35] wird nach oben und der SOURCE-GLUE-Taste [33] nach unten geschaltet. Der ausgewählte Menüpunkt wird mit höherer Helligkeit angezeigt.

Mit **„Set"** MAIN MENU-Taste [31] wird der ausgewählte Menüpunkt aufgerufen, eine Funktion gestartet oder eine Funktion ein- oder ausgeschaltet.

Pulldown-Menüs:
Nach Aufruf eines Pulldown-Menüs werden die Einstellparameter (Ablenkkoeffizienten etc.) weiterhin angezeigt. Die Readout-Anzeige ändert sich nur bezüglich des aufgerufenen Parameters (z.B. Eingangskopplung) und zeigt an der Stelle des bisher gewählten nun alle wählbaren Parameter an (bei Eingangskopplung: AC, DC und GND). Die vor dem Aufruf des Pulldown-Menüs wirksame Einstellung bleibt erhalten und wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Solange das Pulldown-Menü angezeigt wird, kann mit einmaligem oder mehrfachen kurzen Betätigen der Taste umgeschaltet werden. Die Umschaltung erfolgt sofort und der wirksame Parameter wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Erfolgt kein weiterer kurzer Tastendruck schaltet sich das Pulldown-Menü nach einigen Sekunden ab und das Readout zeigt den gewählten Parameter an.

C: READOUT-Anzeigen

Das Readout ermöglicht die alphanumerische Anzeige der Einstellparameter des Oszilloskops, von Messergebnissen und Cursorlinien. Welche der Anzeigen sichtbar sind, hängt von den gerade vorliegenden Einstellungen ab. Die folgende Auflistung beinhaltet die wichtigsten Anzeigen.

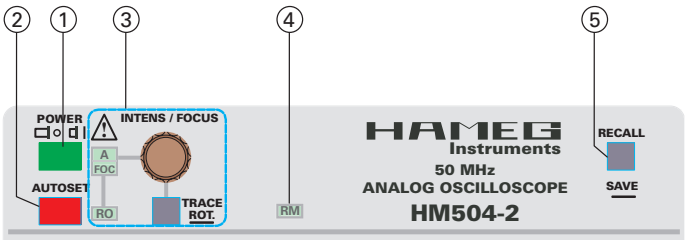
Oberste Rasterzeile von links nach rechts:
1. Zeitablenkkoeffizient,
2. Triggerquelle, Triggerflanke und Triggerkopplung,
3. Betriebsbedingung der verzögerten Zeitbasis,
4. Messergebnisse.

Unterste Rasterzeile von links nach rechts:
1. Tastkopfsymbol (x10), Y-Ablenkkoeffizient und Eingangskopplung für Kanal I,
2. „+" Symbol,
3. Tastkopfsymbol (x10), Y-Ablenkkoeffizient und Eingangskopplung für Kanal II,
4. Kanalbetriebsart.

Am linken Rasterrand wird das Triggerpunkt-Symbol angezeigt. Die CURSOR-Linien können innerhalb des Rasters auf jede Position gestellt werden.

D: Beschreibung der Bedienelemente

*Die große Frontplatte ist, wie bei allen **HAMEG**-Oszilloskopen üblich, in Felder aufgeteilt: Oben rechts neben dem Bildschirm befinden sich oberhalb der horizontalen Linie die nachfolgend aufgeführten Bedienelemente und Leuchtdiodenanzeigen.*



[1] POWER - Netz-Tastenschalter mit Symbolen für Ein- **(I)** und Aus-Stellung **(O)**.
Wird das Oszilloskop eingeschaltet, leuchten zunächst alle LED-Anzeigen auf und es erfolgt ein automatischer Test des Gerätes. Während dieser Zeit werden das **HAMEG**-Logo und die Softwareversion auf dem Bildschirm sichtbar. Wenn alle Testroutinen erfolgreich beendet wurden, geht das Oszilloskop in den Normalbetrieb über und das Logo ist nicht mehr sichtbar. Im Normalbetrieb werden dann die vor dem Ausschalten gespeicherten Einstellungen übernommen und eine Leuchtdiode **[3]** zeigt den Einschaltzustand an.

[2] AUTOSET
Drucktaste bewirkt eine automatische, signalbezogene Geräteeinstellung (siehe AUTOSET). Auch wenn **Component Tester-** oder **XY**-Betrieb vorliegt, schaltet **AUTOSET** in die zuletzt benutzte **Yt**-Betriebsart **(CH I, CH II** oder **DUAL).** War die letzte Yt-Betriebsart mit Search- (sea), DELAY- (del) oder getriggertem DELAY (dTr) - Betrieb verknüpft, wird dies nicht berücksichtigt und auf unverzögerten Zeitbasisbetrieb geschaltet. Siehe auch AUTOSET.

Automatische CURSOR-Positionierung:
Werden CURSOR-Linien angezeigt und wird AUTOSET betätigt, bewirkt das eine automatische Einstellung der Cursorlinien entsprechend der im CURSOR-MEASURE-Menü gewählten Funktion. Das Readout zeigt dabei kurzzeitig „SETTING CURSOR" an.
Bei zu geringer Signalspannung (keine Triggerung) erfolgt keine Änderung der Cursorlinien. Im DUAL-Betrieb beziehen sich die Cursorlinien auf das Signal, welches als Triggersignal dient.

Spannungs-CURSOR
Bei spannungsbezogenen CURSOR-Messungen nimmt die Genauigkeit der automatischen CURSOR-Positionierung mit zunehmender Signalfrequenz ab und wird auch durch das Tastverhältnis des Signals beeinflusst.

Zeit-/Frequenz-CURSOR
Im Gegensatz zu unkomplizierten Signalen (z.B. Sinus, Dreieck u. Rechteck) weicht der Abstand der CURSOR-Linien von einer Periode ab, wenn komplexe Signale anliegen (z.B. FBAS-Signale).

[3] INTENS / FOCUS – Drehknopf mit zugeordneten Leuchtdioden und darunter befindlicher TRACE ROT-Drucktaste.
Mit jedem kurzen Tastendruck wird der Drehknopf auf eine andere Funktion umgeschaltet, welche durch die dann leuchtende LED angezeigt wird. Schaltfolge bei nicht abgeschaltetem Readout: A, FOC, RO, A; bei abgeschaltetem Readout: A, FOC, A.

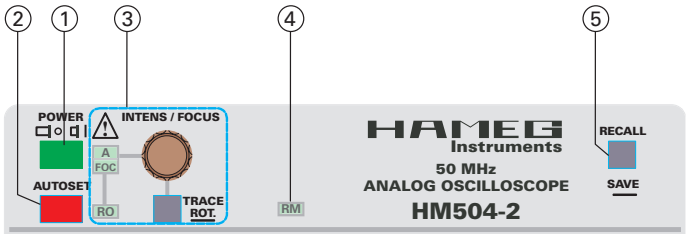
A
In dieser Stellung wirkt der Drehknopf als Einsteller für die Strahlintensität (Helligkeit) der Signaldarstellung. Linksdrehen verringert, Rechtsdrehen vergrößert die Helligkeit. Es sollte immer nur die gerade benötigte Strahlhelligkeit eingestellt werden. Sie hängt von Signalparametern, Oszilloskop Einstellungen und der Umgebungshelligkeit ab.

FOC
Die FOCUS-Einstellung (Strahlschärfe) ist gleichzeitig für die Signaldarstellung und das Readout wirksam. Mit höherer Strahlintensität wird der Strahldurchmesser größer und die Strahlschärfe nimmt ab, was in einem gewissen Maße mit dem Einsteller korrigierbar ist. Die Strahlschärfe hängt auch davon ab, an welcher Stelle des Bildschirmes der Strahl auftrifft. Bei optimaler Strahlschärfe in Bildschirmmitte nimmt die Strahlschärfe mit zunehmendem Abstand von der Bildschirmmitte ab.
Da die Einstellungen der Strahlintensität der Signaldarstellung (A) und des Readout (RO) meistens unterschiedlich sind, sollte die Strahlschärfe für die Signaldarstellung optimal eingestellt werden. Anschließend kann die Schärfe des READOUT durch weniger Readout-Intensität verbessert werden.

RO
READOUT-Intensitätseinstellung: Linksdrehen verringert, Rechtsdrehen vergrößert die Helligkeit. Bei abgeschaltetem Readout kann nicht auf **RO** geschaltet werden. Es sollte immer nur die gerade benötigte Readout-Intensität eingestellt werden.

TRACE ROT. (Strahldrehung).
Ein langer Tastendruck bewirkt die Anzeige „Trace Rot. with INT." (Strahldrehung mit Intensitätseinsteller). Mit dem INTENS/FOCUS Einsteller kann der Einfluss des Erdmagnetfeldes auf die Strahlablenkung kompensiert werden, so dass die in Bildschirmmitte befindliche Strahllinie praktisch parallel zur horizontalen Rasterlinie verläuft. Siehe auch „Strahldrehung" im Abschnitt „Inbetriebnahme und Voreinstellungen".

Mit **SAVE** drücken wird die Strahldrehungseinstellung gespeichert und gleichzeitig zur vorherigen Betriebsart zurückgeschaltet.



[4] **RM** - Fernbedienung
(= remote control) LED leuchtet, wenn das Gerät über die RS-232 Schnittstelle auf Fernbedienungs-Betrieb geschaltet wurde. Dann ist das Oszilloskop mit den elektronisch abgefragten Bedienelementen nicht mehr bedienbar. Dieser Zustand kann durch Drücken der **AUTOSET**-Taste aufgehoben werden, wenn diese Funktion nicht ebenfalls über die RS-232 Schnittstelle verriegelt wurde.

[5] **RECALL / SAVE** – Drucktaste für Geräteeinstellungen-Speicher.
Das Oszilloskop verfügt über 9 Speicherplätze. In diesen können alle Geräteeinstellungen gespeichert bzw. aus diesen aufgerufen werden.

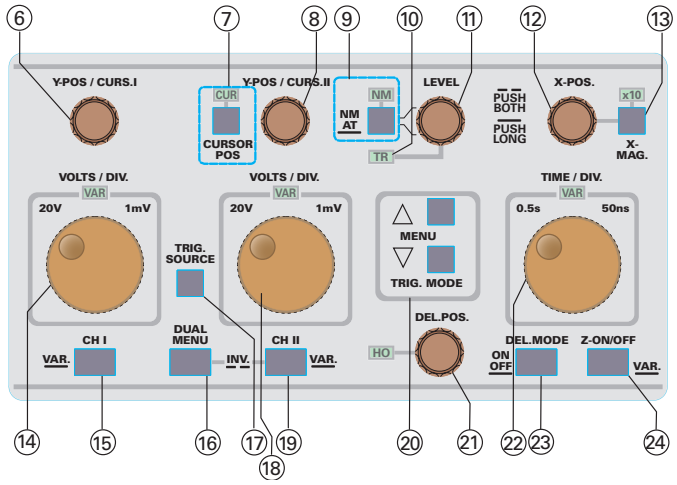
SAVE
Um einen Speichervorgang einzuleiten, muss die RECALL / SAVE-Taste lang gedrückt werden; dann erscheint das SAVE-Menü (Standardmenü, siehe „B: Menü Anzeigen- und Bedienung"). Mit den „Dreieck"-Tasten wird schrittweise der Speicherplatz gewählt. Die vor dem Aufruf der SAVE-Funktion vorliegenden Geräteeinstellungen werden mit „Set" in diesen Speicher geschrieben und das SAVE-Menü wird abgeschaltet. Wurde die SAVE-Funktion versehentlich aufgerufen, kann sie mit „Esc" abgeschaltet werden.

Wird das Oszilloskop ausgeschaltet, werden die letzten Einstellparameter automatisch in den Speicher mit der Platzziffer 9 (PWR OFF = Power Off) geschrieben und dort gespeicherte, abweichende Einstellungen gehen verloren. Das lässt sich verhindern, indem vor dem Ausschalten die in Speicher „9" (PWR OFF) gespeicherten Einstellungen aufgerufen werden (RECALL 9) und erst danach ausgeschaltet wird.

RECALL
Ein kurzer Tastendruck löst die Darstellung des RECALL-Menüs aus. Der Speicherplatz wird schrittweise mit einer der „Dreieck"-Tasten bestimmt. Nach dem „Set" gedrückt wurde, schaltet sich die Menüanzeige ab und das Oszilloskop hat die aus dem Speicher abgerufenen Einstellungen übernommen. Zuvor kann jederzeit mit „Esc" abgebrochen werden.

Achtung:
Es ist darauf zu achten, dass das darzustellende Signal mit dem Signal identisch ist, welches beim Speichern der Geräteeinstellung vorhanden war. Liegt ein anderes Signal an (Frequenz, Amplitude) als beim Abspeichern, können Darstellungen erfolgen, die scheinbar fehlerhaft sind.

Unterhalb des zuvor beschriebenen Feldes befinden sich die Bedien- und Anzeigeelemente für die Y-Messverstärker, die Betriebsarten, die Triggerung und die Zeitbasen.



[6] **Y-POS/CURS.I** – Dieser Drehknopf hat zwei Funktionen. Mit dem Drehknopf lässt sich Y-Position des Strahles oder der CURSOR-Linie(n) bestimmen. Die Funktionsumschaltung erfolgt mit kurzem Drücken der CURSOR POS-Taste **[7]**. Ohne angezeigte CURSOR-Linien kann nicht auf die CURS.I-Funktion geschaltet werden.

Y-POS
Leuchtet die CURSOR POS-LED **[7]** nicht, lässt sich mit ihm die vertikale Strahlposition für Kanal I bestimmen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe Y-POS/CURS.I **[6]** und Y-POS/CURS.II **[8]** wirksam. Im XY-Betrieb ist die Y-POS-Funktion abgeschaltet; für X-Positionsänderungen ist dann der X-POS.-DREHKNOPF **[12]** zu benutzen.

Gleichspannungsmessung
Liegt kein Signal am Eingang INPUT CHI **[25]**, entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der INPUT CHI **[25]** bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge INPUT CHI **[25]** und INPUT CHII **[28]** auf GND (ground) **[26; 29]** geschaltet sind und automatische Triggerung AT **[9]** vorliegt.
Der Strahl kann dann mit dem Y-POS-Einsteller auf eine, für die nachfolgende Gleichspannungsmessung geeignete Rasterlinie, positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich), ändert sich die Strahlposition. Unter Berücksichtigung des Y-Ablenkkoeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Tastteilers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten „0-Volt-Strahlposition" (Referenzlinie), lässt sich die Gleichspannung bestimmen.

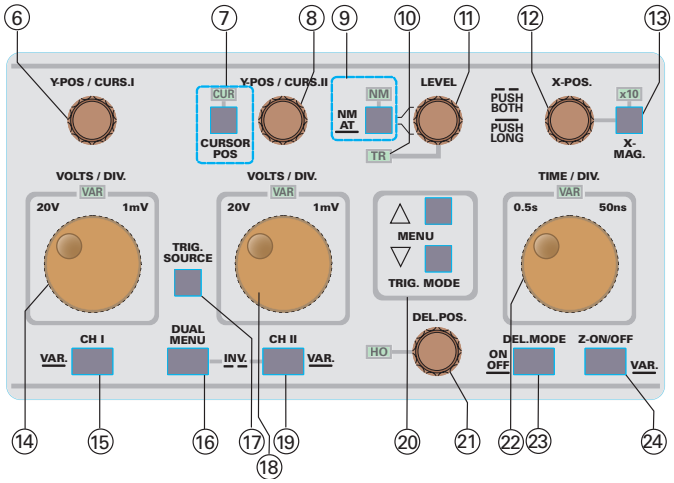
„0-Volt"-Symbol
Bei eingeschaltetem Readout wird die „0-Volt"-Strahlposition von Kanal I mit einem Symbol (⊥) angezeigt, d.h. die zuvor beschriebene Positionsbestimmung kann entfallen. Das Symbol für Kanal I wird im CHI und DUAL-Betrieb in der Bildschirmmitte links von der senkrechten Rasterlinie angezeigt. Kurz bevor die „0-Volt"-Strahlposition den Rasterbereich verlässt und nach dem sie sich außerhalb des Rasters befindet, ändert sich das Symbol (⊥). Es wird durch ein nach außen zeigendes Pfeilsymbol ersetzt.
Bei Additions-Betrieb („add") wird nur ein „⊥"-Symbol angezeigt.
Liegt XY-Betrieb vor, wird die „0-Volt"-Strahlposition für Y (CH II) durch ein Dreieck-Symbol am rechten Rasterrand angezeigt. Das Dreieck-Symbol mit dem die „0-Volt"-Strahlposition für X (CH I) angezeigt wird, befindet sich oberhalb der Ablenk-Koeffizientenanzeige. Wenn die „0-Volt"-Strahlposition(en) das Raster verlässt, wird dieses mit einer Änderung der Pfeilrichtung des Dreieck-Symbols angezeigt.

CURS.I
Leuchtet die CURSOR POS-LED **[7]**, lassen sich die mit dem Symbol „I" gekennzeichneten CURSOR-Linie(n) mit dem Drehknopf in vertikaler/horizontaler Richtung verschieben.

[7] CURSOR POS – Drucktaste und LED-Anzeige.
Mit einem kurzen Tastendruck lässt sich die Funktion der Y-POS/CURS.I- **[6]** und Y-POS/CURS.II-Einsteller **[8]** bestimmen. Leuchtet die LED nicht, kann die Signaldarstellung mit den Einstellern in Y-Richtung verändert werden (Y-Positionseinstellerfunktion).

Nur wenn CURSOR-Linien angezeigt werden, kann die LED mit einem kurzen Tastendruck eingeschaltet werden. Dann lassen sich mit den CURS.I- **[6]** und CURS.II-Einstellern **[8]** die Positionen der CURSOR-Linien ändern. Die Zuordnung von Einsteller(n) und CURSOR-Linie(n) wird mit den dann sichtbaren Symbolen „I" und „II" ermöglicht.

Ein erneuter Tastendruck schaltet die LED ab und damit zurück auf die Y-Positionseinstellerfunktion.



[8] Y-POS/CURS.II – Dieser Drehknopf hat zwei Funktionen. Die Funktionsumschaltung erfolgt mit kurzem Drücken der CURSOR POS-Taste **[7]**. Ohne angezeigte CURSOR-Linien kann nicht auf die CURS.II-Funktion geschaltet werden.

Y-POS
Leuchtet die CURSOR POS-LED **[7]** nicht, lässt sich mit ihm die vertikale Strahlposition für Kanal II bestimmen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe Y-POS/CURS.I **[6]** und Y-POS/CURS.II **[8]** wirksam.

Gleichspannungsmessung
Liegt kein Signal am Eingang INPUT CHII **[28]**, entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der INPUT CHII **[28]** bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge INPUT CHI **[25]** und INPUT CHII **[28]** auf GND (ground) **[26; 29]** geschaltet sind und automatische Triggerung AT **[9]** vorliegt.
Der Strahl kann dann mit dem Y-POS-Einsteller auf eine, für die nachfolgende Gleichspannungsmessung geeignete Rasterlinie, positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich), ändert sich die Strahlposition. Unter Berücksichtigung des Y-Ablenkkoeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Tastteilers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten „0-Volt-Strahlposition" (Referenzlinie), lässt sich die Gleichspannung bestimmen.

„0-Volt"-Symbol
Bei eingeschaltetem Readout wird die „0-Volt"-Strahlposition von Kanal II mit einem Symbol (⊥) immer angezeigt, d.h. die zuvor beschriebene Positionsbestimmung kann entfallen. Das Symbol für Kanal II wird im CHII und DUAL-Betrieb in der Bildschirmmitte rechts von der senkrechten Rasterlinie angezeigt. Kurz bevor die „0 Volt"-Strahlposition den Rasterbereich verlässt und nach dem sie sich außerhalb des Rasters befindet, ändert sich das Symbol (⊥). Es wird durch ein nach außen zeigendes Pfeilsymbol ersetzt.

Bei Additions-Betrieb (add) wird nur das ⊥-Symbol von CH II angezeigt.

Liegt XY-Betrieb vor, wird die „0-Volt"-Strahlposition für Y (CH II) durch ein Dreieck-Symbol am rechten Rasterrand angezeigt. Das Dreieck-Symbol mit dem die „0-Volt"-Strahlposition für X (CH I) angezeigt wird, befindet sich oberhalb der Ablenk-Koeffizienten-anzeige. Wenn die „0-Volt"-Strahlposition(en) das Raster verlässt, wird dieses mit einer Änderung der Pfeilrichtung des Dreieck-Symbols angezeigt.

CURS.II
Leuchtet die **CURSOR POS-LED [7]**, lassen sich die mit dem Symbol „II" gekennzeichneten CURSOR-Linie(n) mit dem Drehknopf in vertikaler/horizontaler Richtung verschieben.

**[9] NM / AT - / ** – Drucktaste und LED-Anzeige.
Oberhalb der Drucktaste, die eine Doppelfunktion hat, befindet sich die NM- (Normal-Triggerung) LED. Sie leuchtet, wenn mit einem langen Tastendruck von „AT" (Automatische-Triggerung) auf „NM" (Normal-Triggerung) umgeschaltet wurde. Ein erneuter langer Tastendruck schaltet auf automatische Triggerung zurück und die NM-LED erlischt.

AT
Die automatische Triggerung kann mit und ohne Spitzenwerterfassung erfolgen. In beiden Fällen ist der LEVEL-Einsteller **[11]** wirksam. Auch ohne Triggersignal bzw. mit für die Triggerung ungeeigneten Einstellungen, wird die Zeitablenkung durch die Triggerautomatik periodisch ausgelöst und es erfolgt eine Signaldarstellung. Signale, deren Periodendauer größer als die Periodendauer der Triggerautomatik sind, können nicht getriggert dargestellt werden, weil dann die Triggerautomatik die Zeitbasis zu früh startet.
Mit Spitzenwert-Triggerung wird der Einstellbereich des LEVEL-Einstellers **[11]** durch den positiven und negativen Scheitelwert des Triggersignals begrenzt. Ohne Spitzenwert-Triggerung (Spitzenwerterfassung) ist der LEVEL-Einstellbereich nicht mehr vom Triggersignal abhängig und kann zu hoch oder zu niedrig eingestellt werden. In diesen Fällen sorgt die Triggerautomatik dafür, dass immer noch eine Signaldarstellung erfolgt, obwohl sie ungetriggert ist.
Ob die Spitzenwerterfassung wirksam ist oder nicht, hängt von der Betriebsart und der gewählten Triggerkopplung ab. Der jeweilige Zustand wird durch das Verhalten des Triggerpunkt-Symbols beim Ändern des LEVEL-Knopfes erkennbar.

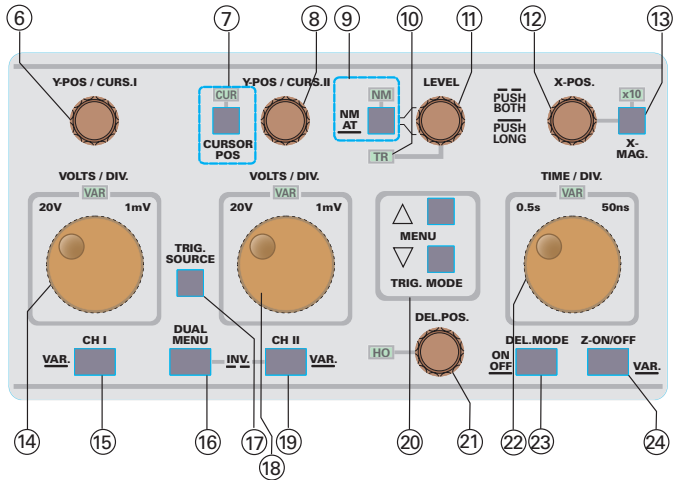
NM
Bei Normaltriggerung ist sowohl die Triggerautomatik als auch die Spitzenwerterfassung abgeschaltet. Ist kein Triggersignal vorhanden oder die LEVEL-Einstellung ungeeignet, erfolgt keine Signaldarstellung. Da die Triggerautomatik abgeschaltet ist, können auch sehr niederfrequente Signale getriggert dargestellt werden. Die letzte LEVEL-Einstellung der unverzögerten Zeitbasis wird beim Umschalten auf getriggerten DEL.MODE (dTr) gespeichert. Bei getriggertem DEL.MODE (dTr) kann bzw. muss die LEVEL-Einstellung geändert werden.

/ \(SLOPE)
Die zweite Funktion betrifft die Triggerflankenwahl, die mit jedem kurzen Tastendruck umgeschaltet wird. Dabei wird bestimmt, ob eine ansteigende oder fallende Signalflanke die Triggerung auslösen soll. Die aktuelle Einstellung wird oben im Readout als Symbol angezeigt. Die letzte Triggerflankeneinstellung der unverzögerten Zeitbasis wird beim Umschalten auf getriggerten DEL.MODE (dTR) gespeichert. Bei getriggertem DEL.MODE (dTR) kann die Triggerflanke beibehalten oder geändert werden.

[10] TR - Diese LED leuchtet, wenn die Zeitbasis Triggersignale erhält. Ob die LED aufblitzt oder konstant leuchtet, hängt von der Frequenz des Triggersignals ab. – **Im XY-Betrieb leuchtet die TR-LED nicht.**

[11] LEVEL – Drehknopf.
Mit dem LEVEL-Drehknopf kann die Trigger-Spannung bestimmt werden, die ein Triggersignal über- oder unterschreiten muss (abhängig von der Flankenrichtung), um einen Zeit-Ablenkvorgang auszulösen. In den meisten Yt-Betriebsarten wird auf dem linken Rasterrand mit dem Readout ein Symbol eingeblendet, welches den Triggerpunkt anzeigt. Das Triggerpunkt-Symbol wird in den Betriebsarten abgeschaltet, in denen keine direkte Beziehung zwischen Triggersignal und Triggerpunkt vorliegt.

Wird die LEVEL-Einstellung geändert, ändert sich auch die Position des Triggerpunkt-Symbols im Readout. Die Änderung erfolgt in vertikaler Richtung und betrifft selbstverständlich auch den Strahlstart des Signals. Um zu vermeiden, dass das Triggerpunkt-Symbol andere Readoutinformationen überschreibt und um erkennbar zu machen, in welcher Richtung der Triggerpunkt das Messraster verlassen hat, wird das Symbol durch einen Pfeil ersetzt.



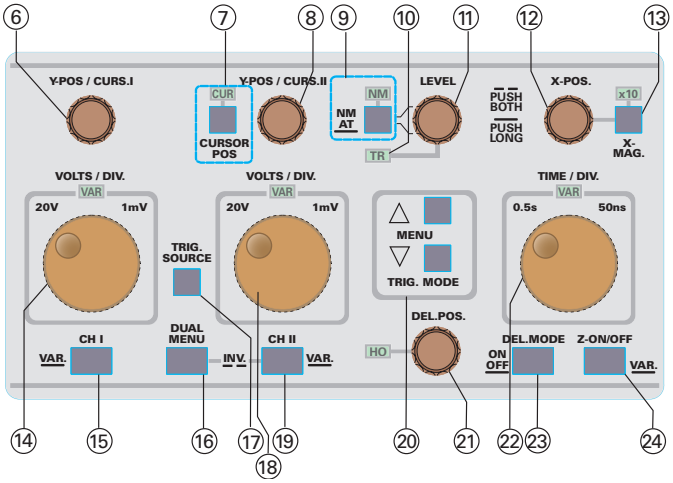
[12] X-POS. – Drehknopf.
Er bewirkt eine Verschiebung der Signaldarstellung in horizontaler Richtung.
Diese Funktion ist insbesondere in Verbindung mit 10facher X-Dehnung (X-MAG. x10) von Bedeutung. Im Gegensatz zur in X-Richtung ungedehnten Darstellung, wird mit X-MAG. x10 nur ein Ausschnitt (ein Zehntel) über 10 cm angezeigt. Mit X-POS. lässt sich bestimmen, welcher Teil der Gesamtdarstellung 10fach gedehnt sichtbar ist.

[13] X-MAG. – Drucktaste mit **x10** LED-Anzeige
Jeder Tastendruck schaltet die zugeordnete LED an bzw. ab. Leuchtet die x10 LED, erfolgt eine 10fache X-Dehnung wenn der Zeit-Ablenkkoeffizient >50 ns/div. ist. Nur bei 50 ns/div. ist die Dehnung 5fach und ergibt 10 ns/div.
Der dann gültige Zeit-Ablenkkoeffizient wird oben links im Readout angezeigt. Bei ausgeschalteter X-Dehnung kann der zu betrachtende Signalausschnitt mit dem X-POS.-Einsteller auf die mittlere vertikale Rasterlinie positioniert und danach mit eingeschalteter X-Dehnung betrachtet werden.

Im XY- Betrieb ist die X-MAG. Taste wirkungslos.

[14] VOLTS/DIV. – Drehknopf.
Für Kanal I steht im VOLTS/DIV.-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat.
Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal I aktiv geschaltet und der Eingang eingeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Kanal I ist im CH I- (Mono), DUAL-, Additions- („add") und XY-Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter VAR **[15]** beschrieben.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion: Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter). Sie liegt vor, wenn die VAR.- LED nicht leuchtet.
Mit Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht; mit Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1 mV/div. bis 20 V/div. in 1-2-5-Folge eingestellt werden.
Der Ablenkkoeffizient wird unten im Readout angezeigt (z.B. „Y1:5 mV...). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des „:" ein „>" Symbol angezeigt.



[15] CH I – Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.
Mit einem kurzen Tastendruck wird auf Kanal I (Einkanal-Betrieb) geschaltet, so dass das Readout den Ablenkkoeffizienten von Kanal I (Y1 ...) anzeigt. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal I umgeschaltet und die Triggeranzeige des Readout zeigt Y1, Triggerflanke, Triggerkopplung an. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV.-Drehknopfs **[14]** bleibt erhalten.
Alle für diesen Kanal vorhandenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der EINGANG **[25]** nicht auf GND **[26]** geschaltet wurde.
Mit jedem langen Betätigen der CHI-Taste wird die Funktion des VOLTS/DIV.-Drehknopfes umgeschaltet und mit der darüber befindlichen VAR-LED angezeigt. Leuchtet die VAR-LED nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal I verändert werden (1-2-5-Folge).

Wird die CHI -Taste lang gedrückt und leuchtet die VAR-LED, ist der VOLTS/DIV.-Drehknopf **[14]** als Feinsteller wirksam. Die kalibrierte Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung (Y1>...) und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient. Ist die untere Grenze des Feinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.
Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal und die Signaldarstellung erfolgt kalibriert (Y1:...); der Drehknopf bleibt aber in der Feinsteller-Funktion.

Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit – durch nochmaliges langes Drücken der CHI-Taste – auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann erlischt die VAR-LED und das möglicherweise noch angezeigte „>" Symbol wird durch „:" ersetzt.

[16] DUAL-MENU – Drucktaste mit mehreren Funktionen.
Umschaltung auf DUAL- (Zweikanal), Additions- und XY-Betrieb:
Liegt Einkanal-Betrieb CH I oder CH II vor, bewirkt ein kurzer Tastendruck die Umschaltung auf DUAL-Betrieb. Dann werden die Ablenkkoeffizienten beider Kanäle und die Art der Kanalumschaltung (alt oder chp) mit dem Readout angezeigt. Die letzte am oberen Rasterrand angezeigte Triggerbedingung (Triggerquelle, -Flanke u. -Kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden.

Die Umschaltung auf XY-Betrieb kann von Einkanal-Betrieb ausgehend auch direkt erfolgen, indem die DUAL – MENU Drucktaste lang gedrückt wird. Liegt XY-Betrieb vor, genügt ein kurzer oder langer Tastendruck um auf DUAL-Betrieb umzuschalten. Ein Pulldown-Menü wird dabei nicht angezeigt.

Wählen der Kanalumschaltung bzw. Unterbetriebsart:
Nur wenn DUAL- (Zweikanal) Betrieb vorliegt, bewirkt ein kurzer Tastendruck, dass das Readout ein Pulldown-Menü an der Stelle anzeigt, an der zuvor die aktuelle Betriebsart anzeigt wurde. Es bietet folgende Möglichkeiten an: **chp** (gechoppter DUAL-Betrieb), **alt** (alternierender DUAL-Betrieb), **Additions-Betrieb** (add) und **XY** (XY-Betrieb).

Wird das Pulldown-Menü angezeigt, kann mit jedem folgenden kurzen Tastendruck auf die nächste Betriebsart umgeschaltet werden. Siehe auch „B: Menü-Anzeigen- und Bedienung".

Bei Additions-Betrieb („add") genügt ein kurzer Tastendruck um auf DUAL-Betrieb umzuschalten; das Pulldown-Menü wird dabei nicht angezeigt.

Alle kanalbezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn kein Eingang auf GND **[26; 29]** geschaltet wurde.

DUAL-(Zweikanal) Betrieb:
Das Readout zeigt rechts neben dem Ablenkkoeffizienten von Kanal II (Y2:...) an, wie die Kanalumschaltung erfolgt. **alt** steht für alternierende und **chp** für Chopper (Zerhacker) Kanalumschaltung. Die Art der Kanalumschaltung wird automatisch durch die Zeitkoeffizienteneinstellung (Zeitbasis) vorgegeben, kann aber im Pulldown-Menü geändert werden. Wird nach einer Änderung ein anderer Zeitkoeffizient (TIME/DIV.-Drehknopf) gewählt, bestimmt der Zeitkoeffizient erneut die Art der Kanalumschaltung.

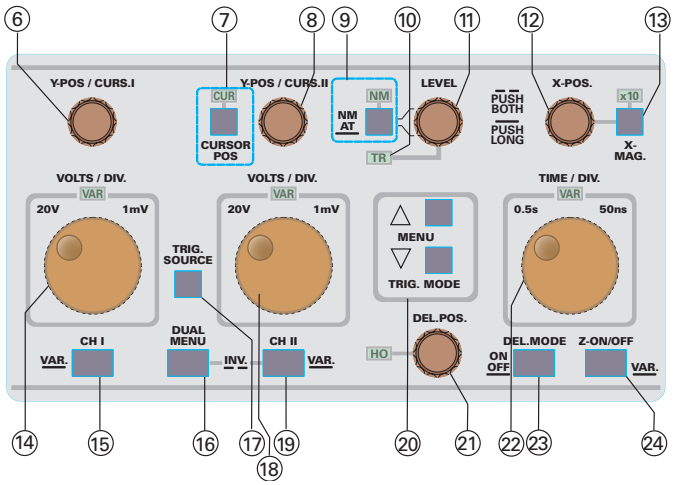
chp
Chopper-Kanalumschaltung erfolgt automatisch in den Zeitbasisbereichen von 500 ms/div. bis 500 µs/div. Dann wird während des Zeit-Ablenkvorganges die Signaldarstellung ständig zwischen Kanal I und II umgeschaltet.

alt
Alternierende Kanalumschaltung (alt) erfolgt automatisch in den Zeitbasisbereichen von 200 µs/div. bis 50 ns/div. Dabei wird während eines Zeit-Ablenkvorganges nur ein Kanal und mit dem nächsten Zeit-Ablenkvorgang der andere Kanal dargestellt.

Additions-Betrieb (add)
Im Additions-Betrieb werden zwei Signale addiert bzw. subtrahiert und das Resultat (algebraische Summe bzw. Differenz) als ein Signal dargestellt. Das Resultat ist nur dann richtig, wenn die Ablenkkoeffizienten beider Kanäle gleich sind. Die Zeitlinie kann mit beiden Y-POS.-Dreh-knöpfen beeinflusst werden.

Der Additionsbetrieb wird im Readout durch das Additionssymbol „+" zwischen den Ablenkkoeffizienten beider Kanäle angezeigt. Das Triggerpunkt-Symbol ist abgeschaltet.

XY-Betrieb
Die Ablenkkoeffizientenanzeige im Readout zeigt dann „X: ..." für Kanal I und „Y: ..." für Kanal II sowie „XY" für die Betriebsart. Bei XY-Betrieb sind folgende Readoutanzeigen abgeschaltet:
1. der Zeitablenkkoeffizient,
2. die Anzeige der Triggerquelle, -flanke, -kopplung und das Triggerpunkt-Symbol.
Die diesen Anzeigen zugehörigen Bedienelemente sind ebenfalls abgeschaltet. Der Y-POS/CURS.I-Einsteller **[7]** ist ebenfalls unwirksam. Eine Signalpositionsänderung in X-Richtung muss mit dem X-POS.-Einsteller **[12]** vorgenommen werden.
Die Beschriftung der Frontplatte zeigt, dass die DUAL-MENU-Drucktaste **[16]** auch zusammen mit der CH II-Drucktaste betätigt werden kann. Siehe Punkt **[19]**.



[17] TRIG. SOURCE – Drucktaste.
Die Drucktaste ist bei XY-Betrieb abgeschaltet.

Einkanalbetrieb (CH I oder CH II):
Ein kurzer Tastendruck schaltet direkt auf die andere Triggerquelle um, da im Einkanalbetrieb nur zwei Triggerquellen (intern oder extern) möglich sind.

DUAL- und Additionsbetrieb:
Durch kurzen Tastendruck zeigt das Readout alle Triggerquellen mit einem Pulldown-Menü an (siehe „B: Menü-Anzeigen- und Bedienung") und mit jedem weiteren kurzen Tastendruck wird auf die nächste Betriebsart umgeschaltet. Mit dem Begriff „Triggerquelle" wird die Signalquelle bezeichnet, deren Signal zur Triggerung benutzt wird.

Y1: Der Messverstärker von Kanal I dient als interne Triggerquelle.

Y2: Der Messverstärker von Kanal II dient als interne Triggerquelle.

Anmerkung:
Der Begriff „interne Triggerquelle" beschreibt, dass das Triggersignal vom Mess-Signal stammt.

ext.: Der TRIG.EXT. EINGANG **[30]** dient als externe Triggerquelle.

Anmerkung:
Bei externer Triggerung ist das Triggerpunkt-Symbol immer abgeschaltet!

alt:
Alternierende Triggerung kann nur gewählt werden, wenn DUAL-Betrieb vorliegt und setzt alternierende Kanalumschaltung voraus. Liegt gechoppter DUAL-Betrieb vor, erfolgt die Umschaltung auf alternierenden DUAL-Betrieb automatisch. Bei alternierender Triggerung erfolgt die Umschaltung der internen Triggerquellen synchron mit der alternierenden Kanalumschaltung.

In Verbindung mit alternierender Triggerung werden folgende Triggerkopplungsarten nicht ermöglicht: TVL (TV-Zeile), TVF (TV-Bild) und ~ (Netztriggerung).
Liegt Additions-Betrieb („add") oder verzögerter Zeitbasis-Betrieb („sea", „del" oder „dTr") vor, kann nicht auf alternierende Triggerung geschaltet werden. Die alternierende Triggerung wird durch das Umschalten auf „add" (Additions) -Betrieb oder DEL.MODE („sea", „del" oder „dTr") Zeitbasis-Betrieb abgeschaltet.

Anmerkung:
Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpunkt-Symbol nicht angezeigt.

[18] VOLTS/DIV. – Drehknopf.
Für Kanal II steht im VOLTS/DIV.-Feld ein Drehknopf zur Verfügung, der eine Doppelfunktion hat.
Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal II aktiv geschaltet und der Eingang eingeschaltet ist (AC- oder DC-Eingangskopplung). Kanal II ist im CH II- (Mono), DUAL-, Additions- (add) und XY-Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter VAR **[19]** beschrieben.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion: Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter). Sie liegt vor, wenn die VAR.- LED nicht leuchtet.
Mit Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht, mit Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1 mV/div. bis 20 V/div. in 1-2-5-Folge eingestellt werden.

Der Ablenkkoeffizient wird unten im Readout angezeigt (z. B. „Y2:5 mV..."). Im unkalibrierten Betrieb wird anstelle des „:" ein „>" Symbol angezeigt.

[19] CH II – Diese Drucktaste hat mehrere Funktionen.

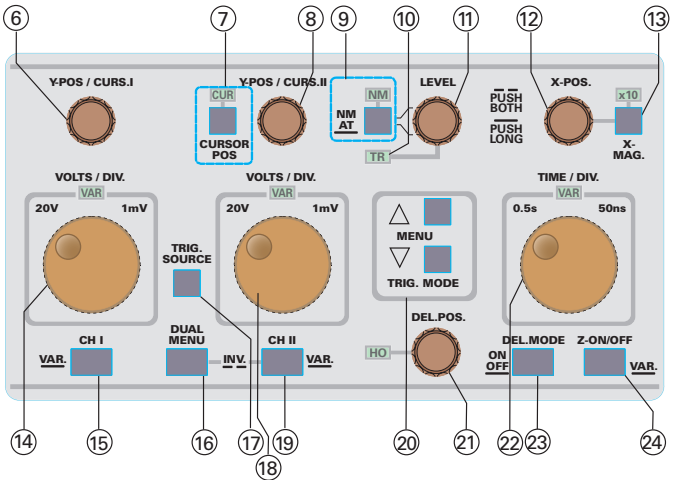
1. Kanalumschaltung
Mit einem kurzen Tastendruck wird auf Kanal II (Einkanal-Betrieb) geschaltet, so dass das Readout den Ablenkkoeffizienten von Kanal II (Y2 ...) anzeigt. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal II umgeschaltet und die Triggeranzeige des Readout zeigt „Y2, Triggerflanke, Triggerkopplung" an. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV.-DREHKNOPFS **[18]** bleibt erhalten.

Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam, wenn der EINGANG **[28]** nicht auf GND **[29]** geschaltet wurde.

2. VOLTS/DIV. – Drehgeberfunktion
Mit jedem langen Betätigen der CH II-Taste wird die Funktion des VOLTS/DIV.-Drehknopfes umgeschaltet und mit der darüber befindlichen VAR-LED angezeigt. Leuchtet die VAR-LED nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal II verändert werden (1-2-5-Folge).

Wird die CHII -Taste lang gedrückt und leuchtet die VAR-LED, ist der VOLTS/DIV.-DREHKNOPF **[18]** als Feinsteller wirksam. Die kalibrierte Ablenkkoeffizienteneinstellung bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf einen Rastschritt nach links gedreht wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung („Y2>...") und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient. Ist die untere Grenze des Feinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.
Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal und die Signaldarstellung erfolgt kalibriert („Y2:..."); der Drehknopf bleibt aber in der Feinsteller-Funktion.
Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit – durch nochmaliges langes Drücken der CH II-Taste – auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann erlischt die VAR-LED und das möglicherweise noch angezeigte „>" Symbol wird durch „:" ersetzt.

3. Invertierung der Signaldarstellung von Kanal II (INV.)
Durch gleichzeitiges Drücken der Drucktasten DUAL-MENU **[16]** und CH II **[19]** wird zwischen nichtinvertierter und invertierter Darstellung des Signales von Kanal II umgeschaltet. Bei eingeschalteter Invertierung zeigt das Readout einen waagerechten Strich über der Kanalangabe (Y2: ....) und es erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung des an Kanal II anliegenden Signals.



[20] TRIG. MODE – Drucktasten.
Wird eine der beiden TRIG.MODE -Tasten betätigt, zeigt das Readout alle Triggerkopplungsarten mit einem Pulldown-Menü an (vgl. „B: Menü-Anzeigen- und Bedienung"). Jeder folgende kurze Tastendruck schaltet die Triggerkopplung um.

Der Begriff Triggerkopplung beschreibt die Ankopplung des Triggersignals an die Triggereinrichtung.

AC: Wechselspannungsankopplung
DC: Gleichspannungsankopplung (Spitzenwerterfassung bei automatischer Triggerung abgeschaltet)
HF: Hochfrequenzankopplung mit Unterdrückung niederfrequenter Signalanteile (kein Triggerpegel-Symbol)
LF: Niederfrequenzankopplung mit Unterdrückung hochfrequenter Signalanteile
TVL: TV-Triggerung durch Zeilen-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol)
TVF: TV-Triggerung durch Bild-Synchronimpulse (kein Triggerpegel-Symbol
~: Netzfrequenzankopplung (kein Triggerpegel-Symbol).

Bei Netzfrequenz-Triggerung ist die TRIG. SOURCE-Taste **[17]** wirkungslos.

In einigen Betriebsarten, wie z.B. bei alternierender Triggerung, stehen nicht alle Triggerkopplungsarten zur Verfügung und sind daher nicht einschaltbar.

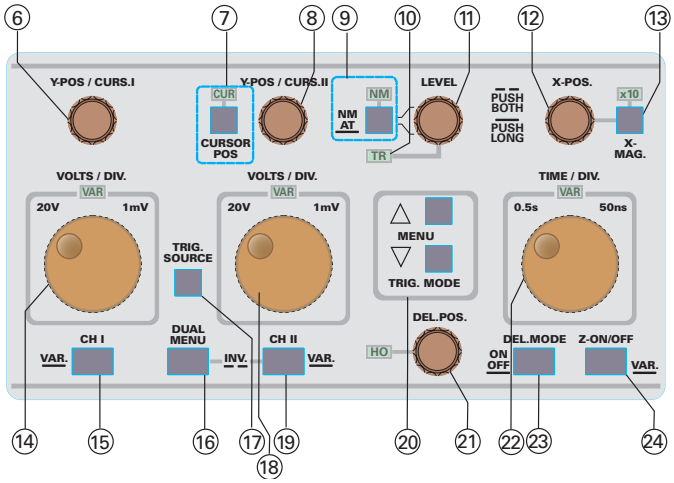
[21] DEL.POS. / HO-LED – Drehknopf mit zugeordneter LED.
Der Drehknopf hat zwei Funktionen, die von der aktuellen Zeitbasisbetriebsart abhängen .

1. HOLDOFF-Zeit
Der DEL.POS.-Drehknopf wirkt als Holdoff-Zeiteinsteller wenn unverzögerter Zeitbasisbetrieb vorliegt. Bei minimaler Holdoff-Zeit ist die HO-LED nicht eingeschaltet. Wird der Drehknopf im Uhrzeigersinn gedreht, leuchtet die HO-LED und die Holdoff-Zeit vergrößert sich. Bei Erreichen der maximalen Holdoff-Zeit ertönt ein Signal. Sinngemäß verhält es sich, wenn in die entgegengesetzte Richtung gedreht wird und die minimale HOLDOFF-Zeit erreicht wurde (HO-LED erlischt). Die letzte HOLDOFF-Zeiteinstellung wird automatisch auf den Minimalwert gesetzt, wenn eine andere Zeitbasiseinstellung gewählt oder auf verzögerten Zeitbasisbetrieb umgeschaltet wird. (Über die Anwendung der „Holdoff-Zeiteinstellung" informiert der gleichnamige Absatz).

2. Verzögerungszeit
Der DEL.POS.-DREHKNOPF wirkt als Verzögerungszeit-Einsteller, wenn verzögerter Zeitbasisbetrieb vorliegt. Siehe DEL.MODE-ON/OFF **[23]**.

[22] TIME/DIV. – Drehknopf.
Mit dem im TIME/DIV. Feld befindlichen Drehknopf wird der Zeit-Ablenkkoeffizient eingestellt und oben links im Readout angezeigt (z.B. „10 µs"). Leuchtet die oberhalb des Drehknopfes befindliche VAR-LED nicht, wirkt der Drehknopf als Zeitbasisschalter. Er bewirkt dann die Zeit-Ablenkkoeffizientenumschaltung in 1-2-5-Folge; dabei ist die Zeitbasis kalibriert. Linksdrehen vergrößert und Rechtsdrehen verringert den Zeit-Ablenkkoeffizienten. Leuchtet die VAR-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Funktion als Zeitbasisschalter.

Ohne X-Dehnung x10 können Zeit-Ablenkkoeffizienten zwischen 500 ms/div. und 50 ns/div. in 1-2-5 Folge gewählt werden. Bei DEL.MODE beträgt der größte Zeitablenkkoeffizient 20 ms/div.



[23] DEL.MODE - ON/OFF – Drucktaste mit mehreren Funktionen.

ON/OFF-Funktion
Mit einem langen Tastendruck kann zwischen verzögertem und unverzögertem Zeitbasisbetrieb gewählt werden. Der verzögerte Zeitbasisbetrieb ermöglicht eine in X-Richtung gedehnte Signaldarstellung, wie sie sonst nur mit einer zweiten Zeitbasis möglich ist.

Die aktuelle Betriebsart wird mit dem Readout angezeigt:
1. Bei unverzögertem Zeitbasisbetrieb wird rechts von der Triggerkopplungs-Anzeige weder „sea", „del" noch „dTr" angezeigt. Liegt Z-Modulation vor, zeigt das Readout an der Position den Buchstaben „Z" an.
2. Verzögerter Zeitbasisbetrieb liegt vor, wenn rechts von der Triggerkopplungs-Anzeige „sea", „del" oder „dTr" angezeigt wird. Z-Modulation ist bei verzögertem Zeitbasisbetrieb automatisch abgeschaltet.

Liegt unverzögerter Zeitbasisbetrieb vor und wird mit einem langen Tastendruck auf verzögerten Zeitbasisbetrieb umgeschaltet, zeigt das Readout immer „sea" an; d.h. das immer erst „search" (Suchen) vorliegt.

Mit dem nächsten kurzen Tastendruck wird ein Pulldown-Menü angezeigt und es kann mit jedem kurzen Tastendruck auf die nächste Betriebsart umgeschaltet werden.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, dass der Strahlstart am linken Rasterrand erfolgt, die X-MAG. x10 Funktion abgeschaltet ist und der in X-Richtung zu dehnende Signalteil angezeigt wird. Die Triggerbedingungen müssen für das darzustellende Signal im unverzögerten Zeitbasisbetrieb erfüllt sein; das erfolgt u.a. mit der ersten Triggereinrichtung.

sea
Bei „sea" (SEARCH-Betrieb) wird automatisch auf minimale Holdoff-Zeit geschaltet und ein Teil der Darstellung (am linken Rasterrand beginnend) ist nicht mehr sichtbar. Anschließend wird der Strahl hellgetastet (sichtbar), bis er den rechten Rasterrand erreicht hat. Die Position des sichtbaren Strahlanfangs lässt sich mit dem DEL.POS.-EINSTELLER **[21]** verändern (ca. 2 div. bis 7 div., bezogen auf den linken Rasterrand. Liegen Zeit-Ablenkkoeffizienten zwischen 500ms/div. und 50ms/div. vor, wird automatisch auf 20 ms/div umgeschaltet. Beträgt der Zeit-Ablenkkoeffizient 50 ns/div. erfolgt die Umschaltung auf 100 ns/div.

Der dunkelgetastete Bereich dient als Anzeige für die Verzögerungszeit, die unter diesen Bedingungen „gesucht" (search) wird. Die Verzögerungszeit bezieht sich auf die aktuelle Zeit-Ablenkkoeffizienteneinstellung und kann mit dem TIME/DIV.-Drehknopf auch grob eingestellt werden (Bereich 20 ms/div. bis 100 ns/div.).

del
Nach dem von **sea** auf **del** (DELAY = verzögert) umgeschaltet wurde, beginnt die Signaldarstellung am linken Rasterrand. Dort befindet sich dann der Signalteil, bei dem zuvor im **sea** (SEARCH)-Betrieb die Signaldarstellung (Helltastung) einsetzte. Mit Rechtsdrehen des TIME/DIV.-Drehknopfes kann nun der Zeit-Ablenkkoeffizient verklei-nert und die Signaldarstellung in X-Richtung gedehnt wer-den. Geht dabei der interessierende Signalteil über den rechten Bildrand hinaus, kann er (innerhalb gewisser Gren-zen) mit dem DEL.POS.-EINSTELLER **[21]** wieder sichtbar gemacht werden. Die Vergrößerung des Zeit-Ablenkkoeffi-zienten über den bei „sea" (SEARCH) benutzten Wert hinaus wird nicht ermöglicht, da nicht sinnvoll.
Im **del** (DELAY)-Betrieb löst ein Triggerereignis die Strahlablenkung nicht sofort aus, wie das im unverzögerten Zeitbasisbetrieb der Fall ist, sondern startet erst die Verzögerungszeit. Nach dem die mit dem DEL.POS.-DREHKNOPF gewählte Verzögerungszeit abgelaufen ist, wird sofort die Strahlablenkung ausgelöst. Es ist dabei keine zum Triggern geeignete Signaländerung erforderlich; d.h. die verzögerte Signaldarstellung kann mitten auf dem Dach eines Rechteckimpulses beginnen.

dTr
Die Umschaltung von **del** auf **dTr** (DELAY + Triggerung = Verzögerung und Triggerung) schaltet eine zweite Triggereinrichtung ein. Bei ihr sind Normaltriggerung und DC-Triggerkopplung fest vorgegeben. Die zuvor wirksamen Einstellungen der ersten Triggereinrichtung (automatische-/Normaltriggerung, Trigger-LEVEL, Triggerflanke und Triggerkopplung) bleiben erhalten.

Der Trigger-LEVEL-EINSTELLER **[11]** und die TRIGGER-FLANKEN-WAHL **[9]** beeinflussen die zweite Triggereinrichtung. Sie können so eingestellt werden das, nachdem die Verzögerungszeit abgelaufen ist, der zum Nachtriggern benutzte Signalteil die Triggerung auslöst. Erfolgt dies nicht, bleibt der Bildschirm dunkel. Die **TR**-LED **[10]** kann dabei weiter leuchten, da sie sich nur auf die erste Triggereinrichtung bezieht.

Der DEL.POS.-EINSTELLER **[21]** ist auch bei **dTr** wirksam. Bei einfachen periodischen Signalen (Sinus, Dreieck und Rechteck) ist seine Wirkung allerdings fast nicht wahrnehmbar, da dann nur zwischen der Darstellung unterschiedlicher Perioden desselben Signals gewählt wird. Die Wirkung ist bei der Darstellung komplexer Signale gut zu erkennen und ist dann auch sinnvoll.

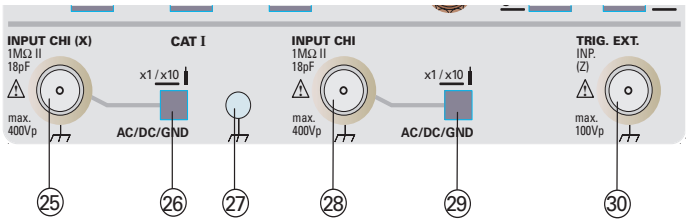
[24] Z-ON/OFF - VAR. – Drucktaste mit zwei Funktionen.
Z-ON/OFF
Mit einem kurzen Tastendruck kann die Funktion der TRIG. EXT.-BUCHSE **[30]** geändert werden. Die Buchse kann als externer Triggereingang oder als Z-(Strahlhelligkeit) Modulationseingang dienen. In Verbindung mit „externer Triggerung", „verzögerter Zeitbasisbetrieb" (sea, del oder dTr) oder „Component Tester"-Betrieb wird die Z-Modulation nicht ermöglicht bzw. automatisch abgeschaltet.

Z-Modulation liegt vor, wenn rechts von der Triggerkopplungs-Anzeige „Z" angezeigt wird. Mit 0 Volt am Eingang bleibt der Strahl hellgetastet; +5 Volt bewirken die Dunkeltastung des Strahls. Höhere Spannungen als +5 Volt sind zur Strahlmodulation unzulässig.

VAR-Funktion:
Mit einem langen Tastendruck ändert sich die Funktion des TIME/DIV.-Drehknopfes.
Der TIME/DIV.-Drehknopf kann als Zeit-Ablenkkoeffizienten-Schalter oder als Zeit-Feinsteller arbeiten. Angezeigt wird dieses mit der VAR-LED. Leuchtet die VAR-LED, wirkt der Drehknopf als Feinsteller, wobei die Zeitbasis zunächst noch kalibriert ist. Mit einem Rastschritt nach links erfolgt die Zeitablenkung unkalibriert. Im Readout wird dann z.B. anstelle von „20 ms" nun „>20 ms" angezeigt.

Mit weiterem Linksdrehen vergrößert sich der Zeit-Ablenkkoeffizient (unkalibriert), bis das Maximum akustisch signalisiert wird. Wird der Drehknopf dann nach rechts gedreht, erfolgt die Verkleinerung des Ablenkkoeffizienten, bis das Signal erneut ertönt. Dann ist der Feinsteller in der kalibrierten Stellung und das „>" Symbol wird nicht mehr angezeigt. Unabhängig von der Einstellung im Feinstellerbetrieb, kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit – durch nochmaliges langes Drücken der VAR-Taste – auf die kalibrierte Zeitbasisschalterfunktion umgeschaltet werden. Dann erlischt die VAR-LED.

Im untersten Feld der großen Frontplatte befinden sich BNC-Buchsen und zwei Drucktasten, sowie eine 4 mm Buchse für Bananenstecker.



[25] INPUT CH I (X) – BNC-Buchse.
Diese Buchse dient als Signaleingang für den Messverstärker von Kanal I. Der Außenanschluss der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Dem Eingang ist die DRUCKTASTE **[26]** zugeordnet.
Bei XY-Betrieb ist der Eingang auf den X-Messverstärker geschaltet.

[26] AC/DC/GND – x1/x10 – Drucktaste mit zwei Funktionen.

AC/DC/GND:
Liegt eine Kanalbetriebsart vor, bei der Kanal I wirksam ist, wird mit einem kurzen Tastendruck ein Pulldown-Menü sichtbar; es zeigt **AC** (Wechselspannung), **DC** (Gleichspannung) und **GND** (abgeschalteter Eingang) an. Die aktuelle Art der Signalankopplung wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Signalankopplung im Pulldown-Menü umgeschaltet.
Nachdem das Pulldown-Menü nicht mehr sichtbar ist, wird die aktuelle Einstellung durch das Readout im Anschluss an den Ablenkkoeffizienten mit dem „~"oder „=" Symbol bzw. „GND"angezeigt.

Bei **GND** (ground) kann das am Signaleingang anliegende Signal keine Strahlablenkung bewirken und es wird im Yt-Betrieb mit automatischer Triggerung nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt („0-Volt"-Strahlposition); bei XY-Betrieb erfolgt keine X-Ablenkung. Das Readout zeigt „0-Volt"-Strahlposition durch Symbole an (Yt: ⊥ ; XY: ein Pfeil in der unteren Rasterzeile), ohne das auf **GND** geschaltet werden muss. Siehe Y-POS/CURS.I **[6]**.

In Stellung **GND** ist der VOLTS/DIV.-DREHKNOPF **[14]** abgeschaltet.

x1/x10 Tastteilerfaktor
Mit einem langen Tastendruck kann der im Readout angezeigte Ablenkkoeffizient von Kanal 1 zwischen 1:1 und 10:1 umgeschaltet werden. Ein angeschlossener 10:1 Tastteiler wird bei der Ablenkkoeffizientenanzeige und der cursorunterstützten Spannungsmessung berücksichtigt, wenn vor dem Ablenkkoeffizienten ein Tastkopfsymbol angezeigt wird (z.B. „Tastkopfsymbol, Y1....").

Achtung!
Wird ohne Tastteiler gemessen (1:1), muss das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein; andernfalls erfolgt eine falsche Ablenkkoeffizientenanzeige und daraus resultierend falsche Spannungswerte bei cursorunterstützter Spannungsmessung.

[27] Massebuchse
Die Buchse ist für Bananenstecker mit einem Durchmesser von 4 mm bestimmt und galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden.
Die Buchse dient als Bezugspotentialanschluss bei CT („Component-Tester"-Betrieb), kann aber auch bei der Messung von Gleichspannungen bzw. niederfrequenten Wechselspannungen als Messbezugspotentialanschluss benutzt werden.

[28] INPUT CH II – BNC-Buchse
Diese Buchse dient als Signaleingang für den Messverstärker von Kanal II. Der Außenanschluss der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz) Schutzleiter verbunden.

Bei XY-Betrieb ist der Eingang auf den Y-Messverstärker geschaltet. Dem Eingang sind die im Folgenden aufgeführten Drucktasten zugeordnet:

[29] AC/DC/GND – x1/x10 – Drucktaste mit zwei Funktionen

AC/DC/GND
Liegt eine Kanalbetriebsart vor, bei der Kanal II wirksam ist, wird mit einem kurzen Tastendruck ein Pulldown-Menü sichtbar; es zeigt „AC" (Wechselspannung), „DC" (Gleichspannung) und „GND" (abgeschalteter Eingang) an. Die aktuelle Art der Signalankopplung wird mit größerer Helligkeit angezeigt. Mit jedem kurzen Tastendruck wird die Signalankopplung im Pulldown-Menü umgeschaltet.

Nachdem das Pulldown-Menü nicht mehr sichtbar ist, wird die aktuelle Einstellung mit dem Readout im Anschluss an den Ablenkkoeffizienten mit dem „~", „=" oder Erde-Symbol (GND) angezeigt.

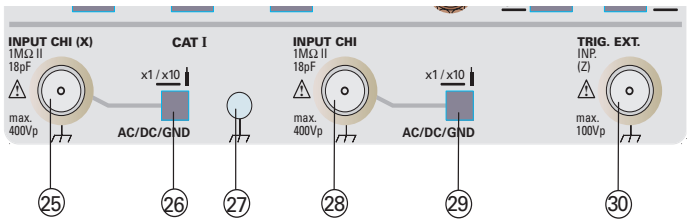
Bei **GND** (ground) kann das am Signaleingang anliegende Signal keine Strahlablenkung bewirken und es wird im Yt-Betrieb mit automatischer Triggerung nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt („0-Volt"-Strahlposition); bei XY-Betrieb erfolgt keine Y-Ablenkung. Das Readout zeigt

„0-Volt"-Strahlposition durch Symbole an (Yt: ⊥, XY: ein Pfeil in der rechten Rasterzeile), ohne das auf „GND" geschaltet werden muss. Siehe Y-POS/CURS.II **[8]**.

In Stellung GND ist der VOLTS/DIV.-DREHKNOPF **[18]** abgeschaltet.

x1/x10 Tastteilerfaktor
Mit einem langen Tastendruck kann der im Readout angezeigte Ablenkkoeffizient von Kanal 1 zwischen 1:1 und 10:1 umgeschaltet werden. Ein angeschlossener 10:1 Tastteiler wird bei der Ablenkkoeffizientenanzeige und der cursorunterstützten Spannungsmessung berücksichtigt, wenn vor dem Ablenkkoeffizienten ein Tastkopfsymbol angezeigt wird (z.B. „Tastkopfsymbol, Y1....").

Achtung!
Wird ohne Tastteiler gemessen (1:1), muss das Tastkopfsymbol abgeschaltet sein; andernfalls erfolgt eine falsche Ablenkkoeffizientenanzeige und daraus resultierend falsche Spannungswerte bei cursorunterstützter Spannungsmessung.



(30) TRIG. EXT - INP. (Z). – BNC-Buchse mit Doppelfunktion
Die Eingangsimpedanz beträgt ca. 1 MΩ II 20 pF. Der Außenanschluss der Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden.
Mit kurzem Betätigen der Z-ON/OFF – VAR- TASTE **[24]** kann die Funktion der TRIG. EXT.-BUCHSE **[30]** geändert werden. Die Buchse kann als externer Triggereingang oder als Z (Strahlhelligkeit)- Modulationseingang dienen.

TRIG. EXT.
Die BNC-Buchse ist nur dann als Signaleingang für (externe) Triggersignale wirksam, wenn das Readout „ext" als Triggerquelle anzeigt. Die Triggerquelle wird mit der TRIG. SOURCE-DRUCKTASTE **[17]** bestimmt.

Z-Input:
Z-Modulation liegt vor, wenn rechts von der Triggerkopplungs-Anzeige „Z" angezeigt wird. In Verbindung mit „externer Triggerung", „verzögertem Zeitbasisbetrieb" (sea, del oder dTr) oder „Component Tester"-Betrieb wird die Z-Modulation wird nicht ermöglicht bzw. automatisch abgeschaltet.
Die Dunkeltastung des Strahls erfolgt durch High-TTL-Pegel (positive Logik). Es sind keine höheren Spannungen als +5 Volt zur Strahlmodulation zulässig.

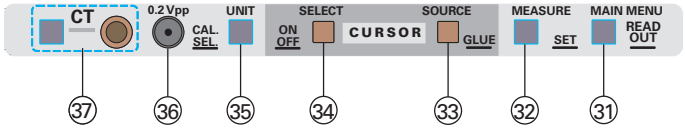
Unter der Strahlröhre befinden sich die Cursor-, Kalibrator- und Komponententest-Bedienelemente, sowie 2 Buchsen.

[31] MAIN MENU - READOUT – Drucktaste mit Doppelfunktion
MAIN MENU
Mit einem kurzen Tastendruck kann das MAIN MENU (Hauptmenü) aufgerufen werden. Es enthält die Untermenüs ADJUSTMENT und SETUP & INFO, die ihrerseits über weitere Untermenüs verfügen.

Eine Beschreibung des Menüs ist unter „E: MAIN MENU" zu finden.

Die Menüauswahl und andere Bedienfunktionen sind unter „B: Menü-Anzeigen und -Bedienung" in diesem Teil der Bedienungsanleitung beschrieben, obwohl sie durch die Readout Anzeigen selbsterläuternd sind.

READOUT
Mit einem langen Tastendruck lässt sich das READOUT ein- oder ausschalten. Durch das Ausschalten des Readout lassen sich Interferenzstörungen, wie sie in ähnlicher Form auch beim gechoppten DUAL-Betrieb auftreten können, vermeiden. Leuchtet die **RO**-LED **[3]** und wird das Readout abgeschaltet, erlischt sie und die **A**-LED **[3]** leuchtet.



[32] MEASURE - SET – Drucktaste mit Doppelfunktion

a) MEASURE
Ein kurzer Tastendruck schaltet auf das Menü AUTO MEASURE, wenn zuvor keine CURSOR-Linien angezeigt wurden. Andernfalls wird das Menü „CURSOR MEASURE" angezeigt. Das An- bzw. Abschalten der CURSOR-Linien wird mit der ON/OFF-Funktion der SELECT – ON/OFF-Taste **[34]** vorgenommen.

Anwendbarkeit von Messfunktionen
Messfunktionen, in Verbindung mit Betriebsarten die diese Funktionen nicht unterstützen, werden angezeigt, aber anstelle des Messwerts zeigt das Readout „n/a" (nicht anwendbar). Beispiel: Δt-Messung bei XY-Betrieb bedingt die Anzeige „Δt: n/a".

Unkalibrierte Einstellungen / Überbereichsanzeige
Ist der Ablenkkoeffizient unkalibriert, wird dies mit dem Readout angezeigt (z.B. Y1>2V= oder >500 µs). Liegt eine Messfunktion vor, die sich auf einen unkalibrierten Ablenkkoeffizienten bezieht, führt das zu einer Messwertanzeige mit vorangestelltem „>" oder „<" Zeichen.
Messbereichsüberschreitungen werden ebenfalls mit dem „>" Zeichen vor dem Messwert signalisiert.

Nichtausführbarkeit von Messungen
Anstelle des Messwerts wird ein „?" angezeigt, wenn die Messeinheit keinen sinnvollen Messwert findet (z.B. Frequenzmessung ohne Signal).

b) AUTO MEASURE
Die Messergebnisse der diversen Menüpunkte beziehen sich auf das Messsignal, mit dem die Triggerung erfolgt. Spannungsmessungen werden nur ermöglicht, wenn AC- oder DC-Triggerkopplung vorliegt. Gleichspannungsmessungen setzen DC-Eingangskopplung voraus. Das gilt auch für Gleichspannungsanteile von Mischspannungen. Bei höherfrequenten Mess-Signalen ist das Frequenzgangverhalten des benutzten Triggerverstärkers zu berücksichtigen; d.h. die Messgenauigkeit nimmt ab. Bezogen auf die Signaldarstellung gibt es ebenfalls Abweichungen, da der Frequenzgang der Y-Messverstärker von dem der Triggerverstärker abweicht. Beim Messen sehr niederfrequenter Wechsels-

pannungen (<20 Hz) folgt die Anzeige dem Spannungsverlauf. Handelt es sich um Impulsspannungen, kommt es zu Abweichungen des angezeigten Messwerts. Die Höhe der Abweichung hängt vom Tastverhältnis des Messsignals und der gewählten TRIGGERFLANKE / \ **[9]** ab.

Frequenz- und Periodenmessungen setzen voraus, dass die Triggerbedingungen erfüllt sind (TR-LED **[10]** leuchtet) und bei Signalen unter 20 Hz Normaltriggerung vorliegt. Sehr niederfrequente Signale erfordern eine Messzeit von mehreren Sekunden.

Um Messfehler zu vermeiden, muss sich die Signaldarstellung innerhalb des Rasters befinden; d.h. es darf keine Übersteuerung erfolgen.

DC – zeigt den Gleichspannungsmittelwert an (siehe auch „Mittelwertanzeige").

Frequency – ermöglicht Frequenzmessungen. Bei komplexen Signalen geht der Triggerpunkt auf die Anzeige ein.

Period – für Periodendauermessungen. Auch hier geht bei komplexen Signalen der Triggerpunkt auf die Anzeige ein.

Peak+ – zeigt den positiven Scheitelwert von Wechselspannungen an. Der Gleichspannungsanteil von Mischspannungen wird berücksichtigt, wenn DC-Eingangskopplung vorliegt.

Peak– – misst den negativen Scheitelwert von Wechselspannungen. Der Gleichspannungsanteil von Mischspannungen wird in Verbindung mit DC-Eingangskopplung berücksichtigt.

Peak Peak – zeigt die Differenzspannung (Wechselspannung) zwischen positivem und negativem Scheitelwert an. Gleichspannungsanteile werden nicht gemessen.

Trigger Level – für die Anzeige der Referenzspannung am Triggerkomparator. Die Triggerung erfolgt nur, wenn diese Spannung mit ausreichendem Spannungshub über- oder unterschritten wird (abhängig von der Triggerflankeneinstellung).

Off – es wird keine automatische Messung durchgeführt und mit dem Readout angezeigt.

c) CURSOR MEASURE
Das Menü wird angezeigt, wenn die CURSOR-Linien angezeigt werden und die MEASURE-SET-Taste kurz gedrückt wird. Die Messergebnisse der diversen Menüpunkte beziehen sich auf die CURSOR-Linien, die auf die Signaldarstellung bezogen eingestellt werden.

Mit den Y-POS/CURS.I- bzw. Y-POS/CURS.II-Einstellern können die CURSOR-Linien positioniert werden, wenn die CURSOR POS-LED **[7]** leuchtet. Die CURSOR-Linien sind dann mit „I" und „II" gekennzeichnet und zeigen damit an, welcher Einsteller für sie zuständig ist. Bei mehr als zwei CURSOR-Linien bzw. zusätzlich angezeigten „+"-Symbolen, kann mit der SELECT-Funktion **[34]** bestimmt werden, welche CURSOR-Linie bzw. welches „+"-Symbol mit „I" und „II" gekennzeichnet wird. Mit der SELECT Funktion **[34]** können zwei CURSOR-Linien bzw. „+"-Symbole auch gleichzeitig mit „I" oder „II" gekennzeichnet sein. Dann liegt Track-Betrieb vor und der Einsteller ändert die Position gleichzeitig.

Δt (Anzeige „Δt: Messwert")
Zeitmessung zwischen zwei senkrechten CURSOR-Linien; ist bei XY-Betrieb nicht anwendbar. Mit UNIT **[35]** kann, ohne den Umweg über das Menü, direkt auf 1/Δt (Frequenzmessung) umgeschaltet werden.

1/Δt (Anzeige „1/Δt: Messwert")
Frequenzmessung mit zwei senkrechten CURSOR-Linien; ist bei XY-Betrieb nicht anwendbar. Die Anzeige setzt voraus, dass der Abstand zwischen den CURSOR-Linien genau eine Signalperiode beträgt. Mit UNIT **[35]** lässt sich direkt auf Δt (Zeitmessung) umschalten.

Rise Time (Anzeige „tr 10: Messwert")
Anstiegszeitmessung mit zwei waagerechten CURSOR-Linien und zwei „+"-Symbolen.
Die untere CURSOR-Linie repräsentiert 0%, das untere „+"-Symbol 10%, das obere „+"-Symbol 90% und die obere CURSOR-Linie 100%. Die CURSOR Linien lassen sich manuell einstellen; SET **[32]** ermöglicht aber auch eine automatische, auf die Signaldarstellung bezogene Einstellung der CURSOR-Linien. Liegt DUAL-Betrieb vor, bezieht sich die automatische Einstellung auf den Kanal, der als Triggerquelle dient. Abweichungen sind möglich und lassen sich manuell korrigieren.
Der Abstand der „+"-Symbole zu den CURSOR-Linien ergibt sich automatisch. Ist CURSOR POS eingeschaltet und sind die „+"-Symbole mit SELECT **[34]** aktiv geschaltet, kann ihre Position in horizontaler Richtung manuell verändert werden.

Hinweis: Die zu messende Signalflanke sollte mit dem X-POS.-EINSTELLER **[12]** in die Bildschirmmitte positioniert und anschließend mit X-Dehnung (X-MAG. x10 **[13]**) gedehnt werden, um eine hohe Positioniergenauigkeit der „+"-Symbole zu ermöglichen

Mit GLUE **[33]** (kleben) lässt sich vermeiden, dass nach einer X- und/oder Y-Positionsänderung der Signaldarstellung eine neue Einstellung der CURSOR-Linien und der „+"-Symbole erforderlich wird. Bei aktivierter GLUE-Funktion, werden die Cursoren und Symbole nur mit jedem 2. Punkt angezeigt.

Informationen über die prinzipielle Art von Anstiegszeitmessungen können sind unter „Grundlagen der Signalaufzeichnung" im Abschnitt „Zeitwerte der Signalspannung" zu finden.

ΔV (Anzeige „ΔV: Kanal, Messwert")
Spannungsmessung mit zwei CURSOR-Linien.
Yt-(Zeitbasis-)Betrieb ergibt zwei waagerechte CURSOR-Linien:

– **Einkanalbetrieb** bedingt, dass die CURSOR nur einem Signal zugeordnet werden können. Die Anzeige des Messergebnisses ist dabei automatisch mit dem Y-Ablenkkoeffizienten des eingeschalteten Kanals verknüpft.

– **Zweikanalbetrieb** (DUAL) macht es erforderlich, mit der SOURCE-Taste (33), zwischen den möglicherweise unterschiedlichen Ablenkkoeffizienten von Kanal I und II zu wählen. Außerdem muss darauf geachtet werden, dass die CURSOR-Linien auf das an diesem Kanal anliegende Signal positioniert werden.

– **Additionsbetrieb** (add) setzt für die Anzeige eines Messwerts voraus, dass die Y-Ablenkkoeffizienten beider Kanäle gleich sind.

XY-Betrieb ergibt zwei waagerechte oder senkrechte CURSOR-Linien: Die Umschaltung zwischen X- (CHI) und Y- (CHII) Spannungsmessung, ist mit der SOURCE-Taste **[33]** vorzunehmen. Bei der X-Ablenkspannungsmessung werden senkrechte CURSOR-Linien angezeigt.

V to GND (Anzeige „V: Kanal, Messwert“)
Spannungsmessung mit einer auf die „0-Volt“-Strahlposition bezogenen CURSOR-Linie.
Die zuvor unter **ΔV** gegebenen Hinweise, bezüglich des Verlaufs der CURSOR-Linien (horizontal oder vertikal) und der Kanalzuordnung, gelten auch hier.

Ratio X (Anzeige „ratio:X, Messwert, Einheit“)
Verhältnismessung mit zwei langen und einer kürzeren, senkrechten CURSOR-Linie; wird nur im Yt-(Zeitbasis-)Betrieb ermöglicht.

Die anzuzeigende Einheit ist mit der UNIT-TASTE **[35]**, die zunächst das UNIT-Menü sichtbar macht, wählbar. Folgende Einheiten werden angeboten: ratio (ohne Einheit), %, ° (Winkeleinheit: Grad) und pi.

Die links befindliche, lange CURSOR-Linie ist immer die Bezugslinie. Befindet sich die kurze CURSOR-Linie links von der Bezugslinie, wird das Ergebnis als negative Zahl angezeigt.

Ratio (Verhältnis)
Ermöglicht die Messung von Tastverhältnissen. Der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien entspricht 1.

Beispiel für eine periodische Impulsfolge mit 4 div. Puls und 1 div. Pause:
Die langen CURSOR-Linien werden mit dem Anfang des ersten und dem Anfang des folgenden Pulses zur Deckung gebracht (Abstand 5 div. = Bezugslänge 1). Anschließend wird mit der SELECT-TASTE **[34]** der kurzen CURSOR-Linie ein Symbol zugeordnet und die kurze CURSOR-Linie mit dem ihr zugeordneten Drehknopf auf das Ende des ersten Pulses positioniert. Der Abstand zwischen der linken, langen CURSOR Linie (am Pulsanfang) und der kurzen CURSOR Linie beträgt dann 4 div. Entsprechend dem Verhältnis von Impulsdauer zu Periodendauer (4:5 = 0,8) wird „0.8“ (ohne Einheit) angezeigt.

%
Prozentanzeige der CUSOUR-Linien Abstände. Der Abstand der langen CURSOR-Linien wird gleich 100% bewertet. Das Messergebnis wird aus dem Abstand der Bezugslinie zur kurzen CURSOR-Linie ermittelt und ggf. mit negativem Vorzeichen angezeigt.

Grad °
Winkelmessung bezogen auf die CUSOUR-Linien Abstände. Der Abstand der langen CURSOR-Linien entspricht 360° und muss eine Signalperiode umfassen. Das Mess-Ergebnis wird aus dem Abstand der Bezugslinie zur kurzen CURSOR-Linie ermittelt und ggf. mit negativem Vorzeichen angezeigt. Weitere Informationen sind unter „Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)“ im Ab-schnitt „ Inbetriebnahme und Voreinstellungen“ zu finden.

pi
Messung des Wertes für pi, bezogen auf die CURSOR Linien Abstände. Eine Sinusperiode (Vollschwingung) ist gleich 2 pi; deshalb muss der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien 1 Periode betragen. Beträgt der Abstand zwischen der Bezugslinie und der kurzen CURSOR-Linie 1,5 Perioden, wird 3 pi angezeigt. Falls sich die kurze CURSOR-Linie links von der Bezugslinie befindet, erfolgt die Anzeige von pi mit negativem Vorzeichen.

Ratio Y (Anzeige „ratio:Y, Messwert, Einheit“)
Verhältnismessung von Spannungen mit zwei langen und einer kürzeren CURSOR Linie; wird nur im Yt-(Zeitbasis-) Betrieb ermöglicht.
Mit der UNIT-TASTE **[35]** kann zwischen ratio (ohne Einheit) und % gewählt werden.

Yt-Betrieb
Die untere, lange CURSOR-Linie ist die Bezugslinie. Befindet sich die kurze CURSOR-Linie unter der Bezugslinie, wird das Ergebnis als negative Zahl angezeigt.

Ratio (Verhältnis)
Ermöglicht Verhältnismessungen. Der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien entspricht 1.

Beispiel: Unter der Bedingung, dass ein Y-Ablenkkoeffizient von 1V/div. vorliegt, wird eine der langen CURSOR-Linien auf den Startpunkt (–4 V) einer von –4 V auf +2 V ansteigen-den Sägezahnspannung positioniert; die zweite lange CURSOR-Linie wird mit der höchsten Amplitude (+2 V) zur Deckung gebracht. Der Abstand der langen CURSOR-Linien (6 div.) ist der Bezugsabstand, der dem Wert 1 entspricht und auf den sich die Messung mit der kurzen CURSOR-Linie bezieht. Sie wird mit der SELECT-TASTE **[34]** aktiviert, so dass der kurzen CURSOR Linie ein Symbol zugeordnet ist. Die kurze CURSOR Linie wird mit dem ihr zugeordneten Drehknopf auf den Nulldurchgang der Sägezahnspannung (0 V) gestellt. Der Abstand zwischen der unteren, langen CURSOR Linie (–4 V) und der kurzen CURSOR Linie beträgt 4 div. Das ergibt ein Verhältnis von 4:6 und wird mit „0.667“ (ohne Einheit) angezeigt.

%
Prozentanzeige der CURSOR Linien Abstände. Der Abstand der langen CURSOR Linien wird gleich 100% bewertet. Das Messergebnis wird aus dem Abstand der Bezugslinie zur kurzen CURSOR Linie ermittelt und ggf. mit negativem Vorzeichen angezeigt.

Gain (Anzeige „gain: Messwert, Einheit“)
Verhältnismessung von Signalspannungen mit zwei langen und zwei kürzeren CURSOR Linien; wird nur im Yt-(Zeitbasis) Betrieb ermöglicht.

Mit der UNIT-Taste **[35]** kann zwischen ratio (ohne Einheit), % und dB gewählt werden.
Die Anwendung der Gain-Messung ist abhängig davon, ob ein Signal oder zwei Signale angezeigt werden.

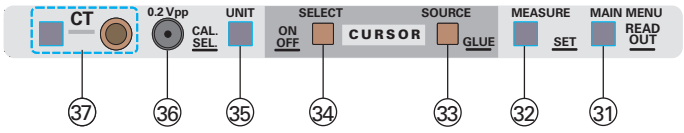
1. Anzeige eines Signales (CH I, CH II oder Additions-Betrieb).
Der Abstand zwischen den langen CURSOR-Linien dient als Bezugswert. Der Abstand zwischen den kurzen CURSOR Linien wird, bezogen auf den Abstand zwischen den langen CURSOR Linien, als Messergebnis angezeigt.

Mit dieser Methode können z.B. Frequenzgangmessungen an Vierpolen ausgeführt werden.

2. DUAL-Betrieb
Auch in dieser Betriebsart können Messungen an Vierpolen durchgeführt werden. Dabei wird das Verhältnis der Eingangs- zur Ausgangsspannung bestimmt. Um eine korrekte Anzeige zu ermöglichen muss eingegeben werden, an welchem Kanal die Eingangs- bzw. die Ausgangsspannung des zu messenden Vierpols (Verstärker, Dämpfungsglied) anliegt.
Die langen CURSOR Linien müssen auf das Signal von Kanal I und die kurzen auf das Signal von Kanal II positioniert werden.
Ein kurzes Betätigen der SOURCE-Taste öffnet ein Menü, welches „g1→2:" und „g2→1:" angezeigt. Mit erneutem kurzem Drücken der SOURCE-Taste erfolgt die Umschaltung auf die zuvor nicht aktive Einstellung. Die Anzeige „g1→2:" erfordert, dass CH I mit dem Eingang und CH II mit dem Ausgang des Vierpols verbunden ist. Liegt das Ausgangssignal des Vierpols an Kanal I und das Eingangssignal an Kanal II, muss die Einstellung „g2→1:" gewählt werden.

SET
Ein langer Tastendruck schaltet auf SET und bewirkt bei CURSOR-Spannungsmessungen eine innerhalb gewisser Grenzen automatische, signalbezogene Einstellung der CURSOR Linien. Da hierbei das Triggersignal gemessen wird (Triggerquelle CH I oder CH II), geht die Triggerkopplung in das Messergebnis ein. Ohne Signal bzw. bei ungetriggerter Signaldarstellung erfolgt keine Änderung der CURSOR Linien.

SET ist unter folgenden Bedingungen wirksam:
1. Die CURSOR Linien müssen sichtbar sein.
2. Im CURSOR MEASURE Menü muss eine Funktion gewählt worden sein, die zur Anzeige waagerechter CURSOR Linien führt (Rise Time, DV, V to GND, Ratio Y und Gain).
3. Bei Einkanal- (CH I, CH II) oder DUAL-Betrieb.



[33] SOURCE – GLUE – Drucktaste mit Doppelfunktion

SOURCE
Mit kurzem Tastendruck wird bestimmt, auf welchen Kanal sich die Messwertanzeige bezieht. Die UNIT-**[35]** Umschaltung ermöglicht es den Messwert als „ratio" (Verhältniswert) bzw. umgerechnet in „%" oder „dB" anzuzeigen.

1. Bei DUAL- und XY-Betrieb in Verbindung mit CURSOR Spannungsmessung (CURSOR MEASURE: „ΔV" und „V to GND") werden zwei lange CURSOR Linien angezeigt. Mit einem kurzen Tastendruck ist der Kanal zu wählen, auf den sich die Messung beziehen soll, damit sein Y-Ablenkkoeffizient berücksichtigt wird. Entsprechend dieser Einstellung, müssen die beiden CURSOR-Linien auf das Signal des gewählten Kanals positioniert sein.
2. Bei DUAL-Betrieb in Verbindung mit Gain- (Verstärkung bzw. Dämpfung) Messung wird das Verhältnis der Eingangs- zur Ausgangsspannung bestimmt. Um eine korrekte Anzeige zu ermöglichen muss eingegeben werden, an welchem Kanal die Eingangs- bzw. die Ausgangsspannung des zu messenden Vierpols (Verstärker, Dämpfungsglied) anliegt. Daher werden zwei lange und zwei kurze CURSOR-Linien angezeigt.

GLUE
Diese Funktion wird mit einem langen Tastendruck ein- bzw. abgeschaltet. Ist GLUE (kleben) eingeschaltet, ändern sich die CURSOR Linien; jede CURSOR Linie zeigt nach jedem 3. Punkt eine Lücke.
GLUE verbindet die Position der CURSOR Linien mit den Y- und X-Positionseinstellungen. Y- und X-Positionsänderungen betreffen dann gleichzeitig das Signal und die ihm zugeordneten CURSOR Linien.

[34] SELECT – ON-OFF – Drucktaste mit Doppelfunktion.

ON-OFF
Mit einem langen Tastendruck werden die CURSOR-Linien ein- oder ausgeschaltet.
Bei eingeschalteten CURSOR-Linien, zeigt das Readout die zuletzt im CURSOR MEASURE Menü aktivierte Messfunktion. Mit dem Aufruf von MEASURE **[32]** öffnet sich dann das letztgenannte Menü.
Das Ausschalten der CURSOR Linien schaltet auf die zuletzt benutzte AUTO MEASURE Messfunktion und ihre Anzeige im Readout. Bei abgeschalteten CURSOR Linien lässt sich mit MEASURE **[32]** das AUTO MEASURE Menü anzeigen.

SELECT
Bei eingeschalteten CURSOR-Linien (CURSOR MEA-SURE) und aktivierter CURSOR POS-Funktion **[7]** sind den Cursoren Symbole („I", „II") zugeordnet, welche die Zuordnung der Y-POS/CURS.-Einsteller **[6; 8]** zu der bzw. den CURSOR-Linie(n) anzeigt. Mit einem kurzen Tastendruck auf die SELECT-Taste kann diese Zuordnung geändert werden.

Nur die gerade gekennzeichneten CURSOR-Linien können in ihrer Position verändert werden. Sind zwei einander zugehörige CURSOR-Linien mit dem gleichen Symbol gekennzeichnet, liegt Tracking-Betrieb vor; d.h. das beide CURSOR Linien mit einem Einsteller gleichzeitig bewegt werden.

[35] UNIT – CAL. SEL. – Drucktaste mit Doppelfunktion

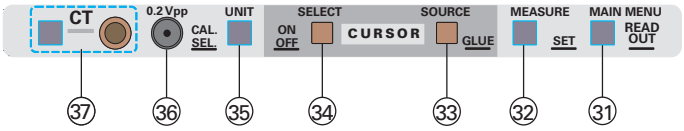
UNIT
Mit einem kurzen Tastendruck kann die Einheit des angezeigten Messwertes geändert werden. Ist CURSOR MEASURE eingeschaltet (CURSOR Linien sichtbar), wird bei mehr als zwei wählbaren Einheiten ein Menü angezeigt. Sonst erfolgt die Umschaltung direkt und ohne Menüanzeige.
Bei AUTO MEASURE kann mit UNIT zwischen Frequency und Period oder PEAK+ und PEAK- direkt gewählt werden.

CAL. SEL.
Ein langer Tastendruck öffnet das CAL. FREQUENCY-Menü, welches Gleichspannung (DC) und Wechselspannungen von 1 Hz bis 1 MHz anbietet. In der Stellung „dependent on TB" ist die Signalfrequenz abhängig vom eingestellten Zeitablenkkoeffizienten (Zeitbasis).

Alle in diesem Menü wählbaren Signale sind der mit 0.2 V_{pp} **[36]** bezeichneten Buchse entnehmbar.

1 Hz – 1 MHz
Die von 1 Hz bis 1 MHz wählbaren Wechselspannungen werden als Rechtecksignale zum Tastkopfabgleich bzw. zur Beurteilung des Frequenzverhaltens angeboten. Dabei ist die Frequenzgenauigkeit nicht von Bedeutung; das gilt auch für das Tastverhältnis.

Dependent on TB (abhängig von der Zeitbasis)
In dieser Einstellung werden Rechtecksignale angeboten, deren Tastverhältnis in den meisten Zeitbasisstellungen stark von 1:1 abweicht. Im Zeitablenkkoeffizientenbereich 500 ms/div. bis 1 µs/div ist die Periodendauer des Signal gleich der Zeitbasiseinstellung; d.h. mit dem Signal kann die Zeitablenkgenauigkeit beurteilt werden. Bei Zeitablenkkoeffizienten < 1 µs/div. ändert sich die Periodendauer nicht und bleibt 1 µs.



[36]0.2 V_{pp} – konzentrische Buchse
Dieser Buchse können die unter CAL. SEL. **[35]** beschriebenen Signale entnommen werden. Die Ausgangsimpedanz beträgt ca. 50 Ohm. Bei hochohmiger Last (Oszilloskop ca. 1 MOhm, Digitalvoltmeter ca. 10 MOhm) beträgt die Ausgangsspannung entweder ca. 0,2 Volt (Gleichspannung) oder ca. 0,2 V_{ss} (rechteckförmige Wechselspannung).

Unter „Inbetriebnahme und Voreinstellungen" beschreibt der Abschnitt „Tastkopf-Abgleich und Anwendung" die wichtigste Anwendung des dieser Buchse zu entnehmenden Signals.

[37]CT - Drucktaste und 4 mm Bananenstecker-Buchse.
Mit dem Betätigen der CT(Komponententester)-Taste kann zwischen Oszilloskop- und Komponententester-Betrieb gewählt werden. Siehe auch „Komponenten-Test".

Bei Komponententester-Betrieb zeigt das Readout nur noch „Component Tester" an. In dieser Betriebsart sind folgende Bedienelemente und LED-Anzeigen von Bedeutung:

1. INTENS/FOCUS-Einsteller mit den zugeordneten LEDs und der READOUT-Taste.
2. X-POS.-Einsteller **[12]**.

Die Prüfung von elektronischen Bauelementen erfolgt zweipolig. Dabei wird ein Anschluss des Bauelements mit der 4mm Buchse, welche sich neben der CT-Taste befindet, verbunden. Der zweite Anschluss erfolgt über die Massebuchse **[27]**.

Die letzten Betriebsbedingungen des Oszilloskopbetriebs liegen wieder vor, wenn der Komponententester abgeschaltet wird.

MAIN MENU

Das Oszilloskop verfügt auch über mehrere Softwaremenüs. Folgende Menüs, Untermenüs und Menüpunkte stehen zur Verfügung:

1. ADJUSTMENT enthält folgende Untermenüs:
1.1 AUTO ADJUSTMENT
mit den Menüpunkten
1.1.1 SWEEP START POSITION
1.1.2 Y AMP
1.1.3 TRIGGER AMP
1.1.4 X MAG POS
1.1.5 CT X POS
Der Aufruf eines dieser Menüpunkte darf nur erfolgen, wenn keine Signale an den BNC Buchsen anliegen. Weitere Informationen sind dem Abschnitt „Abgleich" zu entnehmen.

1.2 MANUAL ADJUSTMENT
beinhaltet Menüpunkte, die nur von HAMEG autorisierten Werkstätten zur Verfügung stehen.

2. SETUP & INFO enthält die Untermenüs:

2.1 MISCELLANEOUS (Verschiedenes)
Aktive Funktionen sind mit „x" gekennzeichnet. Mit SET wird aktiv bzw. inaktiv geschaltet.

2.1.1 CONTROL BEEP
Betrifft akustische Signale, die bei fehlerfreier Bedienung ertönen.

2.1.2 ERROR BEEP
Bezieht sich auf Signaltöne, mit denen Fehlbedienungen signalisiert werden.

2.1.3 QUICK START
Bei aktivierter Funktion ist das Oszilloskop nach kurzer Zeit einsatzbereit. Dann werden weder das HAMEG Logo noch die Prüf- und Initialisierungsroutinen angezeigt.

2.2 FACTORY
Alle darin enthaltenen Menüpunkte stehen nur von HAMEG autorisierten Werkstätten zur Verfügung.

2.3 INFO
Gibt Auskunft über die im Oszilloskop befindliche Hard- und Software.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muss die Verbindung zwischen Schutzleiteranschluss und dem Netz-Schutzleiter, vor jeglichen anderen Verbindungen, hergestellt sein (Netzstecker also vorher anschließen).

Danach sollten die Messkabel an die BNC-Eingänge angeschlossen werden und erst dann mit dem zunächst stromlosen Messobjekt verbunden werden, das anschließend einzuschalten ist.

Mit der roten Netztaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt, dabei leuchten zunächst mehrere Anzeigen auf. Dann übernimmt das Oszilloskop die Einstellungen, welche beim vorhergehenden Ausschalten vorlagen. Wird nach ca. 20 Sekunden Anheizzeit kein Strahl bzw. das Readout sichtbar, sollte die **AUTOSET**-Taste betätigt werden. Ist die Zeitlinie sichtbar, kann mit dem **INTENS / FOCUS**-Knopf die geeignete Helligkeit und maximale Schärfe eingestellt werden. Dabei sollte die Eingangskopplung auf **GND** (ground = Masse) geschaltet sein. Der Eingang ist dann abgeschaltet. Damit ist sichergestellt, dass keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Strahlintensität gearbeitet werden, die Messaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. Besondere Vorsicht ist bei stehendem, punktförmigen Strahl geboten. Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Strahldrehung TR

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahllage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist möglich (siehe Bedienelemente und Readout“ > E: MAIN MENU > 1. TRACE ROT.).

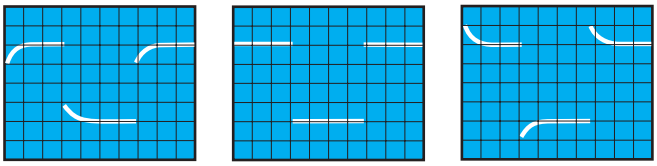
Tastkopf-Abgleich und Anwendung

Damit der verwendete Tastteiler die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muss er genau an die Eingangsimpedanz des Messverstärkers angepasst werden. Ein im Oszilloskop eingebauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<4 ns am 0,2 V_{ss} Ausgang) dessen Frequenz wählbar ist. Das Rechtecksignal kann der konzentrischen Buchse unterhalb des Bildschirms entnommen werden. Sie liefert 0.2 V_{ss} ±1 % für Tastteiler 10:1. Die Spannung entspricht einer Bildschirmamplitude von 4 cm Höhe, wenn der Eingangsteiler auf den Ablenkkoeffizienten 5 mV/cm eingestellt ist. Der Innendurchmesser der Buchse beträgt 4,9 mm und entspricht dem (an Bezugspotential liegenden) Außendurchmesser des Abschirmrohres von modernen Tastköpfen der Serie F (international vereinheitlicht). Nur hierdurch ist eine extrem kurze Masseverbindung möglich, die für hohe Signalfrequenzen und eine unverfälschte Kurvenform-Wiedergabe von nicht-sinusförmigen Signalen Voraussetzung ist.

Abgleich 1 kHz

Dieser C-Trimmerabgleich (NF-Kompensation) kompensiert die kapazitive Belastung des Oszilloskop-Eingangs. Durch den Abgleich bekommt die kapazitive Teilung dasselbe Teilerverhältnis wie die ohmsche Spannungsteilung. Dann ergibt sich bei hohen und niedrigen Frequenzen dieselbe Spannungsteilung wie für Gleichspannung. Für Tastköpfe 1 : 1 oder auf 1 : 1 umgeschaltete Tastköpfe ist dieser Abgleich weder nötig noch möglich. Voraussetzung für den Abgleich ist die Parallelität der Strahllinie mit den horizontalen Rasterlinien (siehe ,,Strahldrehung TR”).

Tastteiler 10 : 1 an den Eingang des Kanals anschließen, an dem der Tastkopf benutzt werden soll. Eingangskopplung auf DC stellen, Eingangsteiler auf 5mV/cm und **TIME/DIV.** auf 0,2 ms/cm schalten (beide kalibriert), Tastkopf (Teiler 10 : 1) in die CAL.-Buchse einstecken.



Falsch Richtig Falsch

Auf dem Bildschirm sind 2 Wellenzüge zu sehen. Nun ist der NF-Kompensationstrimmer abzugleichen, dessen Lage der Tastkopfinformation zu entnehmen ist. Mit dem beigegebenen Isolierschraubendreher ist der Trimmer so abzugleichen, bis die oberen Dächer des Rechtecksignals exakt parallel zu den horizontalen Rasterlinien stehen (siehe Bild 1 kHz). Dann sollte die Signalhöhe 4 cm ±1,2 mm (= 3%) sein. Die Signalflanken sind in dieser Einstellung unsichtbar.

Abgleich 1 MHz

Ein HF-Abgleich ist bei den Tastköpfen **HZ51**, **52** und **54** möglich. Diese besitzen Entzerrungsglieder, mit denen es möglich ist, den Tastkopf auf einfachste Weise im Bereich der oberen Grenzfrequenz des Messverstärkers optimal abzugleichen. Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Bandbreite im Tastteilerbetrieb, sondern auch eine weitgehend konstante Gruppenlaufzeit am Bereichsende. Dadurch werden Einschwingverzerrungen (wie Überschwingen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke auf ein Minimum begrenzt. Die Bandbreite des Oszilloskops wird also bei Benutzung der Tastköpfe **HZ51**, **52** und **54** ohne Inkaufnahme von Kurvenformverzerrungen voll genutzt. Voraussetzung für diesen HF-Abgleich ist ein Rechteck generator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 4 ns) und niederohmigem Ausgang (ca. 50 Ω), der bei einer Frequenz von 1 MHz eine Spannung von 0,2 V_{ss} abgibt. Der Kalibratorausgang des Oszilloskops erfüllt diese Bedingungen.

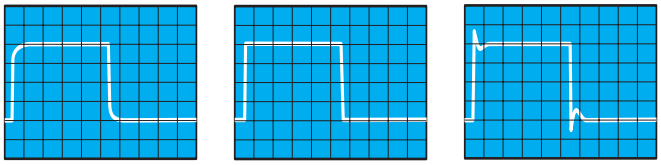
Tastköpfe des Typs **HZ51**, **52** oder **54** an den **CH.I**-Eingang anschließen, Kalibratorfrequenz 1 MHz wählen, Eingangskopplung auf DC, Eingangsteiler auf 5 mV/cm und **TIME/DIV.** auf 100 ns/cm stellen (beide kalibriert). Tastkopf in Buchse 0,2 V_{pp} einstekken. Auf dem Bildschirm ist ein Wellenzug zu sehen, dessen Rechteckflanken jetzt auch sichtbar sind. Nun wird der HF-Abgleich durchgeführt. Dabei sollte man die Anstiegsflanke und die obere linke Impuls-Dachecke beachten. Auch die Lage der Abgleichelemente für die HF-Kompensation ist der Tastkopfinformation zu entnehmen.

Die Kriterien für den HF-Abgleich sind:

- Kurze Anstiegszeit; also eine steile Anstiegsflanke.
- Minimales Überschwingen mit möglichst geradlinigem Dach; somit ein linearer Frequenzgang.

Die HF-Kompensation sollte so vorgenommen werden, dass der Übergang von der Anstiegsflanke auf das Rechteckdach weder zu stark verrundet, noch mit starkem Überschwingen erfolgt. Tastköpfe mit einem HF-Abgleichpunkt sind, im Gegensatz zu Tastköpfen mit mehreren Abgleichpunkten, naturgemäß einfa-

cher abzugleichen. Dafür bieten mehrere HF-Abgleichpunkte den Vorteil, dass sie eine optimalere Anpassung zulassen. Nach beendetem HF-Abgleich ist auch bei 1 MHz die Signalhöhe am Bildschirm zu kontrollieren. Sie soll denselben Wert haben, wie oben beim 1-kHz-Abgleich angegeben.



Es wird darauf hingewiesen, dass die Reihenfolge erst 1-kHz-Abgleich, dann 1-MHz-Abgleich einzuhalten ist, aber nicht wiederholt werden muss.

Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkkoeffizientenkontrolle) sind horizontale Impulsdächer, kalibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach. Frequenz und Tastverhältnis sind dabei nicht kritisch.

Betriebsarten der Y-Messverstärker

Die für die Betriebsarten der Vertikalverstärker wichtigsten Bedienelemente sind die Drucktasten: **CH I [15]**, **DUAL [16]** und **CH II [19].**

Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" beschrieben.
Die gebräuchlichste Art der mit Oszilloskopen vorgenommenen Signaldarstellung ist der Yt-Betrieb. In dieser Betriebsart lenkt die Amplitude des zu messenden Signals (bzw. der Signale) den Strahl in Y-Richtung ab. Gleichzeitig wird der Strahl von links nach rechts abgelenkt (Zeitbasis).
Der bzw. die Y-Messverstärker bietet/bieten dabei folgende Möglichkeiten:

1. Die Darstellung nur eines Signals im Kanal I-Betrieb.
2. Die Darstellung nur eines Signals im Kanal II-Betrieb.
3. Die Darstellung von zwei Signalen im DUAL (Zweikanal) - Betrieb.
4. Die Darstellung eines Signals, welches aus der algebraischen Summe oder Differenz (add) von zwei Signalen resultiert.

Bei **DUAL**-Betrieb arbeiten beide Kanäle. Die Art, wie die Signale beider Kanäle dargestellt werden, hängt von der Zeitbasis ab (siehe „Bedienelemente und Readout"). Die Kanalumschaltung kann nach jedem Zeit-Ablenkvorgang (alternierend) erfolgen. Beide Kanäle können aber auch innerhalb einer Zeit-Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode) werden. Dann sind auch langsam verlaufende Vorgänge flimmerfrei darstellbar.

Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten ≤500 µs/cm ist die alternierende Betriebsart meistens nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen.

Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz und entsprechend kleiner eingestellten Zeitkoeffizienten ist die gechoppte Art der Kanalumschaltung meist nicht sinnvoll.

Liegt Additions-Betrieb vor, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert (+I ±II). Ob sich hierbei die Summe oder die Differenz der Signalspannungen ergibt, hängt von der Phasenlage bzw. Polung der Signale selbst und davon ab, ob eine Invertierung im Oszilloskop vorgenommen wurde.

Gleichphasige Eingangsspannungen:

Kanal II nicht invertiert	=	Summe.
Kanal II invertiert (INV)	=	Differenz.

Gegenphasige Eingangsspannungen:

Kanal II nicht invertiert	=	Differenz.
Kanal II invertiert (INV)	=	Summe.

In der Additions-Betriebsart ist die vertikale Strahllage von der Y-POS.-Einstellung beider Kanäle abhängig. Das heißt die **Y-POS.**-Einstellung wird addiert, kann aber nicht mit **INVERT** beeinflußt werden.
Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, dass bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tastteilern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die galvanisch mit dem Schutzleiter verbundenen Massekabel beider Tastteiler nicht mit dem Messobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen verringert werden.

XY-Betrieb

Das für diese Betriebsart wichtigste Bedienelement ist die mit DUAL und MENU bezeichnete DRUCKTASTE **[16]**.

Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt "Bedienelemente und Readout" unter Punkt **[16]** beschrieben.
In dieser Betriebsart ist die Zeitbasis abgeschaltet. Die **X-**Ablenkung wird mit dem über den Eingang von Kanal I (**INPUT CH I (X)** = Horizontal-Eingang) zugeführten Signal vorgenommen. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal I werden im XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal I ist im XY-Betrieb unwirksam. Die maximale Empfindlichkeit und die Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die X-Dehnung x10 ist unwirksam. Bei Messungen im XY-Betrieb ist sowohl die obere Grenzfrequenz (–3 dB) des X-Verstärkers, als auch die mit höheren Frequenzen zunehmende Phasendifferenz zwischen X und Y zu beachten (siehe Datenblatt).

Eine Umpolung des Y-Signals durch Invertieren mit der INV-Taste von Kanal II ist möglich!

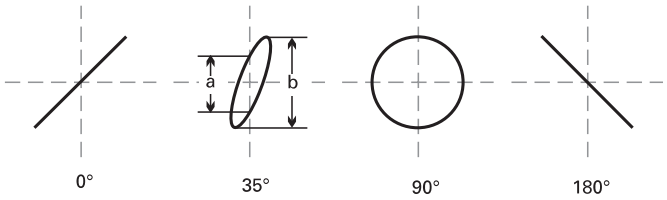
Der XY-Betrieb mit Lissajous-Figuren erleichtert oder ermöglicht gewisse Messaufgaben:

– Vergleich zweier Signale unterschiedlicher Frequenz oder Nachziehen der einen Frequenz auf die Frequenz des anderen Signals bis zur Synchronisation. Das gilt auch noch für ganzzahlige Vielfache oder Teile der einen Signalfrequenz.

– Phasenvergleich zwischen zwei Signalen gleicher Frequenz.

Phasenvergleich mit Lissajous-Figur

Die folgenden Bilder zeigen zwei Sinus-Signale gleicher Frequenz und Amplitude mit unterschiedlichen Phasenwinkeln.



Die Berechnung des Phasenwinkels oder der Phasenverschiebung zwischen den X- und Y-Eingangsspannungen (nach Messung der Strecken a und b am Bildschirm) ist mit den folgenden Formeln und einem Taschenrechner mit Winkelfunktionen ganz einfach und übrigens unabhängig von den Ablenkamplituden auf dem Bildschirm.

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

Hierbei muss beachtet werden:

- Wegen der Periodizität der Winkelfunktionen sollte die rechnerische Auswertung auf Winkel ≤90° begrenzt werden. Gerade hier liegen die Vorteile der Methode.

- Keine zu hohe Messfrequenz benutzen. Die im XY-Betrieb benutzten Messverstärker weisen mit zunehmender Frequenz eine gegenseitige Phasenverschiebung auf. Oberhalb der im Datenblatt angegebenen Frequenz wird der Phasenwinkel von 3° überschritten.

- Aus dem Schirmbild ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung vor- oder nacheilt. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der 1 MΩ Eingangswiderstand dienen, so dass nur ein passender Kondensator C vorzuschalten ist. Vergrößert sich die Öffnungsweite der Ellipse (gegenüber kurzgeschlossenem C), dann eilt die Testspannung vor und umgekehrt. Das gilt aber nur im Bereich bis 90° Phasenverschiebung. Deshalb sollte C genügend groß sein und nur eine relativ kleine, gerade gut beobachtbare Phasenverschiebung bewirken.

Falls im XY-Betrieb beide Eingangsspannungen fehlen oder ausfallen, wird ein sehr heller Leuchtpunkt auf dem Bildschirm abgebildet. Bei zu hoher Helligkeitseinstellung (INTENS-Einstellung kann dieser Punkt in die Leuchtschicht einbrennen, was entweder einen bleibenden Helligkeitsverlust, oder im Extremfall, eine vollständige Zerstörung der Leuchtschicht an diesem Punkt verursacht.

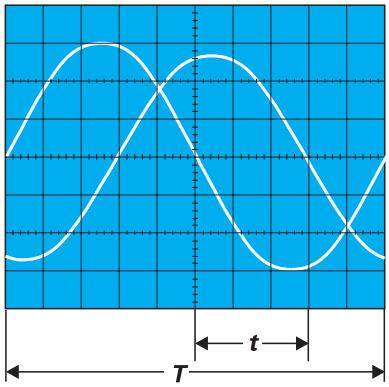
Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)

Achtung:
Phasendifferenzmessungen sind im Zweikanal Yt-Betrieb nicht möglich, wenn alternierende Triggerung vorliegt.

Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form lässt sich sehr einfach im Yt-Zweikanalbetrieb (**DUAL**) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird.

Zu dieser Einstellung können ohne Einfluß auf das Ergebnis auch die Feinregler für Amplitude und Zeitablenkung und der **LEVEL**-Knopf benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den **Y-POS.**-Knöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinuskuppen sind weniger geeignet. Ist ein Sinussignal durch geradzahlige Harmonische merklich verzerrt (Halbwellen nicht spiegelbildlich zur X-Achse) oder wenn eine Offset-Gleichspannung vorhanden ist, empfiehlt sich AC-Kopplung für beide Kanäle. Handelt es sich um Impulssignale gleicher Form, liest man an steilen Flanken ab.

Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb:



t = Horizontalabstand der Nulldurchgänge in cm.
T = Horizontalabstand für eine Periode in cm.

Im Bildbeispiel ist t = 3cm und T = 10cm. Daraus errechnet sich eine Phasendifferenz in Winkelgraden von

$$\varphi° = \frac{t}{T} \cdot 360° = \frac{3}{10} \cdot 360° = 108°$$

oder in Bogengrad ausgedrückt

$$\arc \varphi° = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1{,}885 \text{ rad}$$

Relativ kleine Phasenwinkel bei nicht zu hohen Frequenzen lassen sich genauer im XY-Betrieb mit Lissajous-Figur messen.

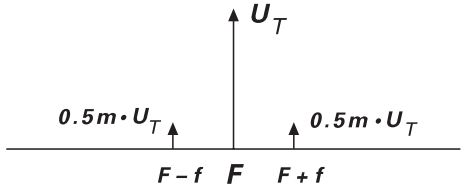
Messung einer Amplitudenmodulation

Die momentane Amplitude u im Zeitpunkt t einer HF-Trägerspannung, die durch eine sinusförmige NF-Spannung unverzerrt amplitudenmoduliert ist, folgt der Gleichung

$$u = U_T \cdot \sin\Omega t + 0{,}5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega-\omega)\, t - 0{,}5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega+\omega)t$$

Hierin ist: UT = unmodulierte Trägeramplitude,
Ω = 2πF = Träger-Kreisfrequenz,
ω = 2πf = Modulationskreisfrequenz,
m = Modulationsgrad (i.a. ≤1° 100%).

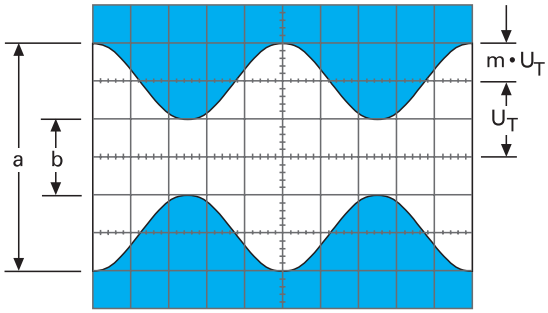
Neben der Trägerfrequenz F entstehen durch die Modulation die untere Seitenfrequenz F – f und die obere Seitenfrequenz F+f.



Figur 1: Spektrumsamplituden und -frequenzen bei AM (m = 50%)

Änderungen vorbehalten

Das Bild der amplitudenmodulierten HF-Schwingung kann mit dem Oszilloskop sichtbar gemacht und ausgewertet werden, wenn das Frequenzspektrum innerhalb der Oszilloskop-Bandbreite liegt. Die Zeitbasis wird so eingestellt, dass mehrere Wellenzüge der Modulationsfrequenz sichtbar sind. Genau genommen sollte mit Modulationsfrequenz (vom NF-Generator oder einem Demodulator) extern getriggert werden. Interne Triggerung ist unter Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers oft möglich.



Figur 2: Amplitudenmodulierte Schwingung
(F = 1 MHz; f = 1 kHz; m = 50%; UT = 28,3 mV$_{eff.}$)

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Figur 2:
Kanal I-Betrieb. Y: CH I; 20 mV/cm; AC.
TIME/DIV.: 0.2 ms/cm.
Triggerung: NORMAL; AC; int. mit Zeit-Feinsteller (oder externe Triggerung).

Liest man die beiden Werte a und b vom Bildschirm ab, so errechnet sich der Modulationsgrad aus

$$m=\frac{a-b}{a+b} \quad \text{bzw.} \quad m=\frac{a-b}{a+b} \cdot 100\ [\%]$$

Hierin ist a = U_T (1+m) und b = U_T (1-m).

Bei der Modulationsgradmessung können die Feinstellknöpfe für Amplitude und Zeit beliebig verstellt sein. Ihre Stellung geht nicht in das Ergebnis ein.

Triggerung und Zeitablenkung

Die für diese Funktionen wichtigsten Bedienelemente befinden sich rechts von den VOLTS/DIV.-Drehknöpfen. Sie sind im Abschnitt „Bedienelemente und Readout" beschrieben.

Die zeitliche Änderung einer zu messenden Spannung (Wechselspannung) ist im Yt-Betrieb darstellbar. Hierbei lenkt das Mess-Signal den Elektronenstrahl in Y-Richtung ab, während der Zeitablenkgenerator den Elektronenstrahl mit einer konstanten, aber wählbaren Geschwindigkeit von links nach rechts über den Bildschirm bewegt (Zeitablenkung).

Im allgemeinen werden sich periodisch wiederholende Spannungsverläufe mit sich periodisch wiederholender Zeitablenkung dargestellt. Um eine „stehende" auswertbare Darstellung zu erhalten, darf der jeweils nächste Start der Zeitablenkung nur dann erfolgen, wenn die gleiche Position (Spannungshöhe und Flankenrichtung) des Signalverlaufes vorliegt, an dem die Zeitablenkung auch zuvor ausgelöst (getriggert) wurde.

Anmerkung:
Die Triggerung kann durch das Messsignal selbst (interne Triggerung) oder durch eine extern zugeführte mit dem Messsignal synchrone Spannung erfolgen (externe Triggerung).

Die zur Triggerung benötigte Mindestamplitude des Triggersignals nennt man Triggerschwelle, die mit einem Sinussignal bestimmbar ist. Bei interner Triggerung wird die Triggerspannung dem Mess-Signal des als Triggerquelle gewählten Messverstärkers (nach dem Teilerschalter) entnommen. Die Mindestamplitude (Triggerschwelle) wird bei interner Triggerung in Millimetern (mm) spezifiziert und bezieht sich auf die vertikale Auslenkung auf dem Bildschirm. Damit wird vermieden, dass für jede Teilerschalterstellung unterschiedliche Spannungswerte berücksichtigt werden müssen.

Wird die Triggerspannung extern zugeführt, ist sie an der entsprechenden Buchse in V_{ss} zu messen. In gewissen Grenzen kann die Triggerspannung viel höher sein als an der Triggerschwelle. Im allgemeinen sollte der 20fache Wert nicht überschritten werden.

Das Oszilloskop hat zwei Trigger-Betriebsarten, die nachstehend beschrieben werden.

Automatische Spitzenwert-Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **NM - AT - ⎍ [9]**, **LEVEL [11]** und **TRIG. MODE [20]** unter „Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Mit dem Betätigen der **AUTOSET** -Taste wird automatisch diese Triggerart eingeschaltet. Bei DC-Triggerkopplung und bei alternierender Triggerung wird die Spitzenwerterfassung automatisch abgeschaltet, während die Funktion der Trigger-Automatik erhalten bleibt.

Die Zeitablenkung wird bei automatischer Spitzenwert-Triggerung auch dann periodisch ausgelöst, wenn keine Messwechselspannung oder externe Triggerwechselspannung anliegt. Ohne Messwechselspannung sieht man dann eine Zeitlinie (von der ungetriggerten, also freilaufenden Zeitablenkung), die auch eine Gleichspannung anzeigen kann.

Bei anliegender Messspannung beschränkt sich die Bedienung im wesentlichen auf die richtige Amplituden- und Zeitbasis-Einstellung bei immer sichtbarem Strahl.

Der Trigger-LEVEL-Einsteller ist bei automatischer Spitzenwert-Triggerung wirksam. Sein Einstellbereich stellt sich automatisch auf die Spitze-Spitze-Amplitude des gerade angelegten Signals ein und wird damit unabhängiger von der Signal-Amplitude und -Form.

Beispielsweise darf sich das Tastverhältnis von rechteckförmigen Spannungen zwischen 1 : 1 und ca. 100 : 1 ändern, ohne dass die Triggerung ausfällt.

Es ist dabei unter Umständen erforderlich, dass der Trigger-LEVEL-Einsteller fast an das Einstellbereichsende zu stellen ist. Bei der nächsten Messung kann es erforderlich werden, den Trigger-LEVEL-Einsteller anders einzustellen.

Diese Einfachheit der Bedienung empfiehlt die automatische Spitzenwert-Triggerung für alle unkomplizierten Messaufgaben. Sie ist aber auch die geeignete Betriebsart für den ‚Einstieg" bei diffizilen Messproblemen, nämlich dann, wenn das Messsignal selbst in Bezug auf Amplitude, Frequenz oder Form noch weitgehend unbekannt ist.

Die automatische Spitzenwert-Triggerung ist unabhängig von der Triggerquelle und ist, sowohl bei interner wie auch externer Triggerung anwendbar. Sie arbeitet oberhalb 20 Hz.

Normaltriggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **NM - AT - [9]**, **LEVEL [11]** und **TRIG. MODE [20]** unter „Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind die Zeit-Feinsteinstellung **(VAR.)** und die **HOLDOFF**-Zeiteinstellung.

Mit Normaltriggerung und passender Trigger-LEVEL-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalflanke erfolgen. Der mit dem Trigger-LEVEL-Knopf erfaßbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des Triggersignals.

Ist bei interner Triggerung die Bildhöhe kleiner als 1cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereichs etwas Feingefühl.

Bei falscher Trigger-LEVEL-Einstellung und/oder bei fehlendem Triggersignal wird die Zeitbasis nicht gestartet und es erfolgt keine Strahldarstellung. Mit Normaltriggerung sind auch komplizierte Signale triggerbar. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten, die u. U. erst bei gefühlvollem Drehen des Trigger-LEVEL Einstellers gefunden werden.

Flankenrichtung ⎍⎲

Die mit der ⎍⎲**-Drucktaste [9]** eingestellte (Trigger-) Flankenrichtung wird im Readout angezeigt. Siehe auch „Bedienelemente und Readout". Die Flankenrichtungseinstellung wird durch **AUTOSET** nicht beeinflußt.

Die Triggerung kann bei automatischer und bei Normaltriggerung wahlweise mit einer steigenden oder einer fallenden Triggerspannungsflanke einsetzen. Steigende Flanken liegen vor, wenn Spannungen, vom negativen Potential kommend, zum positiven Potential ansteigen. Das hat mit Null- oder Massepotential und absoluten Spannungswerten nichts zu tun. Die positive Flankenrichtung kann auch im negativen Teil einer Signalkurve liegen. Eine fallende Flanke löst die Triggerung sinngemäß aus. Dies gilt bei automatischer und bei Normaltriggerung.

Triggerkopplung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **NM - AT - ⎍⎲ [9]**, **LEVEL [11]** und **TRIG. MODE [20]** unter „Bedienelemente und Readout" zu entnehmen. Mit **AUTOSET** wird immer auf AC-Triggerkopplung geschaltet. Die Durchlass-Frequenzbereiche der Triggerkopplungsarten sind dem „Datenblatt" entnehmbar. Bei interner **DC-** oder **LF-**Triggerkopplung sollte immer mit Normaltriggerung und Triggerpegel-Einstellung gearbeitet werden.

Die Ankopplungsart und der daraus resultierende Durchlass-Frequenzbereich des Triggersignals können mit der Triggerkopplung bestimmt werden.

AC: Ist die am häufigsten zum Triggern benutzte Kopplungsart. Unterhalb und oberhalb des Durchlass-Frequenzbereiches steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

DC: Bei **DC**-Triggerung gibt es keine untere Frequenzbereichsgrenze, da das Triggersignal galvanisch an die Triggereinrichtung angekoppelt wird. Diese Triggerkopplung ist dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Mess-Signals getriggert werden soll, oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Beobachtung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen.

HF: Der Durchlass-Frequenzbereich in dieser Triggerkopplungsart entspricht einem Hochpass. **HF**-Triggerkopplung ist für alle hochfrequenten Signale günstig. Gleichspannungsschwankungen und tieffrequentes (Funkel-) Rauschen der Triggerspannung werden unterdrückt, was sich günstig auf die Stabilität der Triggerung auswirkt.

LF: Mit **LF**-Triggerkopplung liegt Tiefpaßverhalten vor. In Verbindung mit Normaltriggerung gibt es wie bei **DC**-Triggerkopplung keine untere Grenze des Durchlass-Frequenzbereiches (galvanische Kopplung). In Kombination mit automatischer (Spitzenwert) Triggerung wird das Triggersignal bei **LF**-Triggerkopplung über einen Kondensator angekoppelt. Dadurch gibt es eine untere Grenzfrequenz, die aber unter der Wiederholfrequenz der Triggerautomatik liegt und deshalb nicht stört. Die **LF**-Triggerkopplung ist häufig für niederfrequente Signale besser geeignet als die DC-Triggerkopplung, weil höherfrequente Rauschgrößen innerhalb der Triggerspannung stark unterdrückt werden. Das vermeidet oder verringert im Grenzfall Jittern oder Doppelschreiben, insbesondere bei sehr kleinen Eingangsspannungen. Oberhalb des Durchlass-Frequenzbereiches steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

TVL (TV-Zeile): siehe folgenden Absatz, TV (Zeilensynchronimpuls-Triggerung)

TVF (TV-Bild): siehe folgenden Absatz, TV (Bildsynchronimpuls-Triggerung)

~ (LINE - Netztriggerung) : siehe Absatz „Netztriggerung"

TV (Videosignal-Triggerung)

Mit der Umschaltung auf **TVL** und **TVF** wird der **TV**-Synchronimpuls-Separator wirksam. Er trennt die Synchronimpulse vom Bildinhalt und ermöglicht eine von Bildinhaltsänderungen unabhängige Triggerung von Videosignalen.

Abhängig vom Messpunkt sind Videosignale (FBAS- bzw. BAS-Signale = Farb-Bild-Austast-Synchron-Signale) als positiv oder negativ gerichtetes Signal zu messen. Nur bei richtiger Einstellung der (Trigger-) Flankenrichtung werden die Synchronimpulse vom Bildinhalt getrennt. Die Flankenrichtung der Vorderflanke der Synchronimpulse ist für die Einstellung der Flankenrichtung maßgebend; dabei darf die Signaldarstellung nicht invertiert sein. Ist die Spannung der Synchronimpulse am Messpunkt positiver als der Bildinhalt, muss steigende Flankenrichtung gewählt werden. Befinden sich die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, ist deren Vorderflanke fallend. Dann muss die fallende Flankenrichtung gewählt werden. Bei falscher Flankenrichtungswahl erfolgt die Darstellung unstabil bzw. ungetriggert, da dann der Bildinhalt die Triggerung auslöst. Die Videosignaltriggerung sollte mit automatischer Triggerung erfolgen. Bei interner Triggerung muss die Signalhöhe der Synchronimpulse mindestens 5 mm betragen.

Das Synchronsignal besteht aus Zeilen- und Bildsynchronimpulsen, die sich unter anderem auch durch ihre Pulsdauer unterscheiden. Sie beträgt bei Zeilensynchronimpulsen ca. 5 µs im zeitlichen Abstand von 64 µs. Bildsynchronimpulse bestehen

aus mehreren Pulsen, die jeweils ca. 28 µs lang sind und mit jedem Halbbildwechsel im Abstand von 20 ms vorkommen. Beide Synchronimpulsarten unterscheiden sich somit durch ihre Zeitdauer und durch ihre Wiederholfrequenz. Es kann sowohl mit Zeilen- als auch mit Bildsynchronimpulsen getriggert werden.

Bildsynchronimpuls-Triggerung

Es ist ein dem Messzweck entsprechender Zeit-Ablenkkoeffizient im **TIME / DIV.**-Feld zu wählen.

Achtung:
Bei Bildsynchronimpuls-Triggerung in Verbindung mit geschaltetem (gechoppten) DUAL-Betrieb können in der Signaldarstellung Interferenzstörungen sichtbar werden. Es sollte dann auf alternierenden DUAL-Betrieb umgeschaltet werden. Unter Umständen sollte auch das Readout abgeschaltet werden.

Bei der 2ms/div.-Einstellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt. Am linken Bildrand ist ein Teil der auslösenden Bildsynchronimpulsfolge und am rechten Bildschirmrand der aus mehreren Pulsen bestehende Bildsynchronimpuls für das nächste Halbbild zu sehen. Das nächste Halbbild wird unter diesen Bedingungen nicht dargestellt. Der diesem Halbbild folgende Bildsynchronimpuls löst erneut die Triggerung und die Darstellung aus. Ist die kleinste **HOLDOFF**-Zeit eingestellt, wird unter diesen Bedingungen jedes 2. Halbbild angezeigt. Auf welches Halbbild getriggert wird, unterliegt dem Zufall. Durch kurzzeitiges Unterbrechen der Triggerung kann auch zufällig auf das andere Halbbild getriggert werden.

Eine Dehnung der Darstellung kann durch Einschalten der X-**MAG. x10** Funktion erreicht werden; damit werden einzelne Zeilen erkennbar. Vom Bildsynchronimpuls ausgehend kann eine X-Dehnung auch mit dem **TIME/DIV.**-Knopf vorgenommen werden. Es ist aber zu beachten, dass sich daraus eine scheinbar ungetriggerte Darstellung ergibt, weil dann jedes Halbbild die Triggerung auslöst. Das ist bedingt durch den Versatz (1/2 Zeile) zwischen beiden Halbbildern.

Zeilensynchronimpuls-Triggerung

Die Zeilensynchronimpuls-Triggerung kann durch jeden Synchronimpuls erfolgen. Um einzelne Zeilen darstellen zu können, ist die TIME/DIV.-Einstellung von 10 µs/div. empfehlenswert. Es werden dann ca. 1½ Zeilen sichtbar. Im allgemeinen hat das komplette Videosignal einen starken Gleichspannungsanteil. Bei konstantem Bildinhalt (z.B. Testbild oder Farbbalkengenerator) kann der Gleichspannungsanteil ohne weiteres durch AC-Eingangskopplung des Oszilloskop-Verstärkers unterdrückt werden.
Bei wechselndem Bildinhalt (z.B. normales Programm) empfiehlt sich aber DC-Eingangskopplung, weil das Signalbild sonst mit jeder Bildinhaltsänderung die vertikale Lage auf dem Bildschirm ändert. Mit dem Y-Positionseinsteller kann der Gleichspannungsanteil immer so kompensiert werden, dass das Signalbild in der Bildschirmrasterfläche liegt.

Die Sync-Separator-Schaltung wirkt ebenso bei externer Triggerung. Selbstverständlich muss der Spannungsbereich (siehe „Datenblatt") für die externe Triggerung eingehalten werden. Ferner ist auf die richtige Flankenrichtung zu achten, die bei externer Triggerung nicht unbedingt mit der Richtung des (am Y-Eingang anliegenden) Signal-Synchronimpulses übereinstimmen muss. Beides kann leicht kontrolliert werden, wenn die externe Triggerspannung selbst erst einmal (bei interner Triggerung) dargestellt wird.

Netztriggerung

Bei Netztriggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht im Readout angezeigt. Zur Triggerung mit Netzfrequenz wird eine Spannung aus dem Netzteil als netzfrequentes Triggersignal (50/60 Hz) genutzt.

Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls in gewissen Grenzen für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenten Einstreuungen in eine Schaltung.

Im Gegensatz zur üblichen, flankenrichtungsbezogenen Triggerung, wird bei Netztriggerung mit der Flankenrichtungsumschaltung zwischen der positiven und der negativen Halbwelle gewählt (evtl. Netzstecker umpolen) und nicht die Flankenrichtung. Der Triggerpegel kann mit dem dafür vorgesehenen Einsteller über einen gewissen Bereich der gewählten Halbwelle verschoben werden.

Netzfrequente magnetische Einstreuungen in eine Schaltung können mit einer Spulensonde nach Richtung (Ort) und Amplitude untersucht werden. Die Spule sollte zweckmäßig mit möglichst vielen Windungen dünnen Lackdrahtes auf einen kleinen Spulenkörper gewickelt und über ein geschirmtes Kabel an einen BNC-Stecker (für den Oszilloskop-Eingang) angeschlossen werden. Zwischen Stecker- und Kabel-Innenleiter ist ein kleiner Widerstand von mindestens 100 Ohm einzubauen (Hochfrequenz-Entkopplung). Es kann zweckmäßig sein, auch die Spule außen statisch abzuschirmen, wobei keine Kurzschlusswindungen auftreten dürfen. Durch Drehen der Spule in zwei Achsrichtungen lassen sich Maximum und Minimum am Messort feststellen.

Alternierende Triggerung

Diese Triggerart kann mit der **TRIG. SOURCE** -Taste **[17]** eingeschaltet werden. Bei alternierender Triggerung wird das Triggerpegel-Symbol nicht im Readout angezeigt. ***Siehe „Bedienelemente und Readout".***

Die alternierende Triggerung ist dann sinnvoll einsetzbar, wenn die getriggerte Darstellung von zwei Signalen, die asynchron zueinander sind, erfolgen soll. Die alternierende Triggerung kann nur dann richtig arbeiten, wenn die Kanalumschaltung alternierend erfolgt. Mit alternierender Triggerung kann eine Phasendifferenz zwischen beiden Eingangssignalen nicht mehr ermittelt werden. Zur Vermeidung von Triggerproblemen, bedingt durch Gleichspannungsanteile, ist AC-Eingangskopplung für beide Kanäle empfehlenswert.

Die interne Triggerquelle wird bei alternierender Triggerung entsprechend der alternierenden Kanalumschaltung nach jedem Zeitablenkvorgang umgeschaltet. Daher muss die Amplitude beider Signale für die Triggerung ausreichen.

Externe Triggerung

Die externe Triggerung wird mit der **TRIG. SOURCE** -Taste **[17]** eingeschaltet. Mit der Umschaltung auf diese Triggerart wird das Triggerpegel-Symbol abgeschaltet.
Mit dem Einschalten dieser Triggerart wird die interne Triggerung abgeschaltet. Über die entsprechende BNC-Buchse kann jetzt extern getriggert werden, wenn dafür eine Spannung von 0,3 V_{ss} bis 3 V_{ss} zur Verfügung steht, die synchron zum Messsignal ist. Diese Triggerspannung darf durchaus eine völlig andere Kurven-

form als das Messsignal haben. Die Triggerung ist in gewissen Grenzen sogar mit ganzzahligen Vielfachen oder Teilen der Messfrequenz möglich; Phasenstarrheit ist allerdings Bedingung. Es ist aber zu beachten, dass Messsignal und Triggerspannung trotzdem einen Phasenwinkel aufweisen können. Ein Phasenwinkel von z.B. 180° wirkt sich dann so aus, dass trotz positiver (Trigger) Flankenwahl die Darstellung des Mess-Signals mit einer negativen Flanke beginnt.

Die maximale Eingangsspannung an der BNC-Buchse beträgt 100 V (DC + Spitze AC).

Triggeranzeige „TR"

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die LED-Anzeige, die unter Punkt (10) im Absatz „Bedienelemente und Readout" aufgeführt ist.
Die Leuchtdiode leuchtet sowohl bei automatischer, als auch bei Normaltriggerung auf, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Das interne bzw. externe Triggersignal muss in ausreichender Amplitude (Triggerschwelle) am Triggerkomparator anliegen.

2. Die Referenzspannung am Komparator (Trigger-LEVEL) muss so eingestellt sein, dass sie von den Flanken des Triggersignals unter- und überschritten werden kann.

Dann stehen Triggerimpulse am Komparatorausgang für den Start der Zeitbasis und für die Triggeranzeige zur Verfügung.

Die Triggeranzeige erleichtert die Einstellung und Kontrolle der Triggerbedingungen, insbesondere bei sehr niederfrequenten (Normaltriggerung verwenden) oder sehr kurzen impulsförmigen Signalen.
Die triggerauslösenden Impulse werden durch die Triggeranzeige ca. 100 ms lang gespeichert und angezeigt. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist daher das Aufleuchten der LED mehr oder weniger impulsartig. Außerdem blitzt dann die Anzeige nicht nur beim Start der Zeitablenkung am linken Bildschirmrand auf, sondern – bei Darstellung mehrerer Kurvenzüge auf dem Schirm – bei jedem Kurvenzug.

Holdoff-Zeiteinstellung

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz **DEL.POS.-HO-LED [21]** unter „Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.
Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des LEVEL-Knopfes bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen eine stabile Triggerung durch Betätigung des HO-Knopfes erreicht werden. Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit der Triggerung zwischen zwei Zeit-Ablenkperioden im Verhältnis von ca. 10 : 1 kontinuierlich vergrößert werden. Triggerimpulse die innerhalb dieser Sperrzeit auftreten, können den Start der Zeitbasis nicht auslösen.

Besonders bei Burst-Signalen oder aperiodischen Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Beginn der Triggerphase dann auf den jeweils günstigsten oder erforderlichen Zeitpunkt eingestellt werden.

Ein stark verrauschtes oder ein durch eine höhere Frequenz gestörtes Signal wird manchmal doppelt dargestellt. Unter Umständen lässt sich mit der Trigger-LEVEL-Einstellung nur die gegenseitige Phasenverschiebung beeinflussen, aber nicht die Doppeldarstellung. Die zur Auswertung erforderliche stabile Einzeldarstellung des Signals ist aber durch die Vergrößerung der HOLD OFF-Zeit leicht zu erreichen. Hierzu ist die HOLD OFF-Zeit langsam zu erhöhen, bis nur noch ein Signal abgebildet wird.

Eine Doppeldarstellung ist bei gewissen Impulssignalen möglich, bei denen die Impulse abwechselnd eine kleine Differenz der Spitzenamplituden aufweisen. Nur eine ganz genaue Trigger-LEVEL-Einstellung ermöglicht die Einzeldarstellung. Die HOLD OFF-Zeiteinstellung vereinfacht auch hier die richtige Einstellung.

Nach Beendigung dieser Arbeit sollte die HOLD OFF-Zeit unbedingt wieder auf Minimum zurückgedreht werden, weil sonst u.U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist.

Die Arbeitsweise ist aus folgenden Abbildungen ersichtlich.

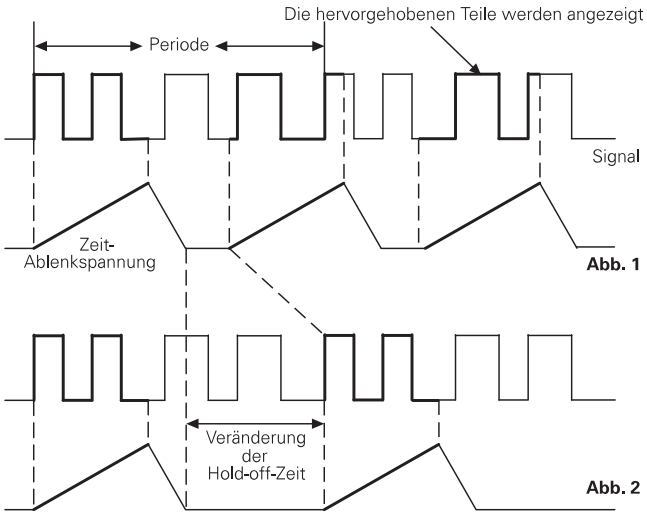


Abb. 1: zeigt das Schirmbild bei minimaler HOLDOFF-Zeit (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

Abb. 2: Hier ist die HOLDOFF-Zeit so eingestellt, dass immer die gleichen Teile des Kurvenzuges angezeigt werden. Es wird ein stehendes Bild dargestellt.

Ablenkverzögerung / After Delay Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen **DEL.POS. / HO-LED [21]** und **DEL.MODE - ON/OFF [23]** unter „Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Wie im Absatz „Triggerung und Zeitablenkung" beschrieben, löst die Triggerung den Start der Zeitablenkung aus. Der zuvor nicht sichtbare Elektronenstrahl wird hellgetastet (sichtbar) und von links nach rechts abgelenkt, bis die maximale Ablenkung erfolgt ist. Danach wird der Strahl dunkelgetastet und es erfolgt der Strahlrücklauf (zurück in die Strahlstartposition). Nach Ablauf der Holdoff-Zeit kann dann die Zeitablenkung erneut durch die Triggerautomatik bzw. ein Triggersignal gestartet werden.

Da sich der Triggerpunkt immer am Strahlstart befindet, kann eine X-Dehnung der Signaldarstellung durch eine höhere Zeitablenkgeschwindigkeit (kleiner Zeit-Ablenkkoeffizient - **TIME/ DIV.**) – nur von diesem Punkt beginnend – vorgenommen werden. Bestimmte Signalanteile, die zuvor weiter rechts dargestellt wurden, sind dann in vielen Fällen nicht mehr darstellbar. Die Ablenkverzögerung löst derartige Probleme.
Mit der Ablenkverzögerung kann die Auslösung der Zeitablenkung ab dem Triggerpunkt um eine vorwählbare Zeit verzögert wer-

den. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Der dem verzögerten Start der Zeitablenkung folgende Zeitabschnitt lässt sich durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit stark gedehnt darstellen (Zeit-Ablenkkoeffizient verringern). Mit zunehmender Dehnung verringert sich die Strahlhelligkeit. Sie kann im Bedarfsfall erhöht werden (**INTENS.**-Einstellung).

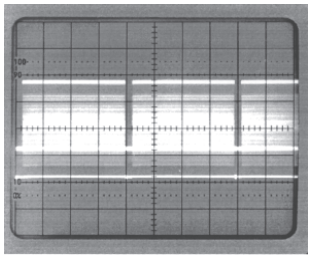
Wird das dargestellte Signal in X-Richtung unruhig dargestellt (jittern), besteht die Möglichkeit, dies durch nochmaliges Triggern nach Ablauf der Delay-Zeit zu verhindern.

Bei der Darstellung von Videosignalen besteht die Möglichkeit auf Bildsynchronimpulse zu triggern (**TV-F**). Nach Ablauf der vom Benutzer eingestellten Delay-Zeit, kann anschließend auf eine dann folgende Zeile (nach)getriggert werden (**Readout: „ dTr"**). Damit sind z.B. Prüf- oder Datenzeilen einzeln darstellbar.

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ einfach. Ausgehend vom normalen Betrieb, ohne Ablenkverzögerung, wird das zu verzögernde Signal zunächst mit 1 bis 3 Grundperioden dargestellt. Die Darstellung nur eines Teils einer Periode begrenzt die Wahl des gedehnten Zeitabschnitts und erschwert unter Umständen die Triggerung. Dagegen lässt sich der Bereich von 1 bis 3 Grundperioden mit **TIME / DIV.** einstellen. Hierbei sollte man die X-Dehnung x 10 abschalten und mit kalibrierter Zeitbasis arbeiten. Die Triggerung muss für den weiteren Verlauf auf eine gut triggernde Flanke eingestellt sein.

Die folgende Beschreibung setzt voraus, dass der Strahlstart am linken Rasterrand erfolgt, unverzögerter Zeitbasisbetrieb vorliegt und die X-Dehnung x10 abgeschaltet ist.

Bild 1 (FBAS-Signal):



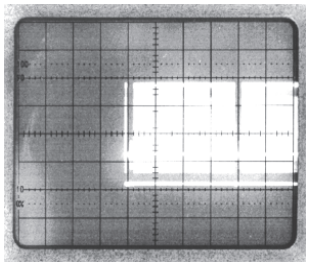
MODE: DEL.MODE OFF
TIME / DIV. : 5ms/cm
Triggerkopplung: TV-F
Triggerflanke: fallend (-)

Mit dem Umschalten auf SEARCH zeigt das Readout **"sea"** an und ein Teil des Strahls ist nicht mehr sichtbar. Sofern vorher eine verlängerte Holdoff-Zeit Einstellung vorlag, wird sie automatisch auf Minimum gesetzt (siehe Holdoff-Zeiteinstellung).

Nun kann die Verzögerungszeit mit dem **TIME / DIV.**-Drehknopf grob und dem **DEL.POS.**-Knopf fein eingestellt werden.
Dabei wird der Strahlstart noch nicht verzögert, sondern die Verzögerungszeit durch das Abschalten des Elektronenstrahls sichtbar gemacht; d.h. die sichtbare Strahllänge wird verkürzt. Befindet sich der **DEL. POS.**-Knopf am „Linksanschlag", wird der Strahl auf den ersten zwei Zentimetern am linken Rand dunkel. Dieser Bereich vergrößert sich um ca. 5 cm, wenn der **DEL. POS.**-Einsteller ganz nach rechts gedreht wird.

Die Verzögerungszeit ist so einzustellen, dass die Strahllinie möglichst kurz vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Ist die Verzögerungszeit (maximal 7 cm x Ablenkkoeffizient) nicht ausreichend, um bis zu dem später zu vergrößernden Signalteil zu gelangen, kann der Ablenkkoeffizient vergrößert werden. Mit anliegendem Signal wir dabei sichtbar, dass daraus ein größerer Ablenkkoeffizient resultiert; d.h. die Ablenkgeschwindigkeit wird verringert. Die Verzögerungszeiteinstellung erfolgt relativ, d.h. bezogen auf den Ablenkkoeffizienten (siehe Bild 2).

Bild 2



MODE: „sea" (SEARCH = suchen)
TIME / DIV. : 5ms/cm
Triggerkopplung: TV-F
Triggerflanke: fallend (-)
Verzögerungszeit:
4cm x 5ms = 20ms

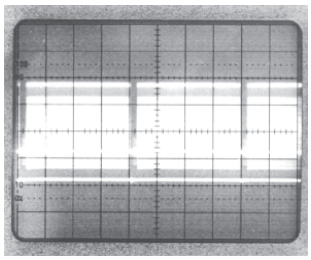
Bild 2 zeigt, dass die Verzögerungszeit auch messbar ist. Sie ist identisch mit der eingestellten Verschiebung des Strahlanfangs. Man ermittelt sie durch Multiplikation des dunkelgetasteten Teils (horizontal) mit dem eingestellten Zeitkoeffizienten.

Mit der Umschaltung von **„suchen" („sea")** auf verzögern („del") wird wieder die gesamte Strahllänge, beginnend mit dem zuvor gewählten Zeitabschnitt, sichtbar, wenn der (gespeicherte) aktuelle Zeit-Ablenkkoeffizient nicht zu klein ist.

Ist wegen zu großer Dehnung (zu kleinem Ablenkkoeffizienten) der Strahl kaum oder gar nicht sichtbar, muss der Ablenkkoeffizient mit dem **TIME / DIV.**-Drehknopf vergrößert werden. Ein größerer Ablenkkoeffizient als der zuvor im **SEARCH**-Betrieb gewählte Wert kann nicht eingestellt werden.

Beispiel:
Der in Bild 2 in der SEARCH-Einstellung gewählte Wert beträgt 5ms/cm. Im DELAY-Betrieb mit ebenfalls 5ms/cm erfolgt deshalb eine verzögerte aber ungedehnte 1:1 Darstellung. Eine weitere Erhöhung des Ablenkkoeffizienten auf z.B. 10ms/cm wäre sinnlos und wird daher automatisch verhindert.

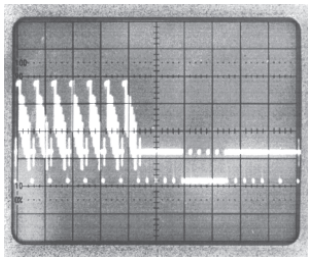
Bild 3



MODE: „del" (DELAY = verzögern)
TIME / DIV. : 5 ms/cm
Triggerkopplung: TV-F
Triggerflanke: fallend (-)
Verzögerungszeit:
4 cm x 5 ms = 20 ms

Die Dehnung lässt sich nun mit der Einstellung des Ablenkkoeffizienten verändern. Mit dem **DEL. POS.**-Einsteller ist auch nachträglich eine Veränderung der Verzögerungszeit und damit eine Verschiebung des gedehnten Abschnitts in horizontaler Richtung möglich. Bild 4 zeigt, dass eine fünfzigfache Dehnung durch das Umschalten des Ablenkkoeffizienten (**TIME / DIV.**) von 5ms/cm auf 0.1ms/cm erreicht wurde. Mit der Dehnung erhöht sich die Ablesegenauigkeit bei Zeitmessungen.

Bild 4



MODE: „del" (DELAY = verzögern)
TIME / DIV. : 0.1 ms/cm
Triggerkopplung: TV-F
Triggerflanke: fallend (-)
Verzögerungszeit:
4 cm x 5 ms = 20 ms

Die verzögerte und gedehnte Signaldarstellung kann nachgetriggert werden, wenn nach der Verzögerungszeit eine zum

Triggern geeignete Signalflanke vorkommt. Dazu ist auf **„dTr"** (2. Triggerung nach Ablauf der Verzögerungszeit – After Delay Triggerung) zu schalten. Die vor dem Umschalten vorliegenden Einstellungen der Triggerart (automatische Spitzenwert-Triggerung / Normal-Triggerung), Triggerkopplung, der Trigger-**LEVEL**-Einstellung und der Flankenrichtung bleiben erhalten und lösen den Start der Verzögerungszeit aus.

Bei „After Delay" Triggerung wird automatisch auf Normal-Triggerung **(NM)** und DC-Triggerkopplung geschaltet. Diese vorgegebenen Einstellungen können nicht verändert werden. Demgegenüber können der Triggerpunkt **(LEVEL)** und die Triggerflankenrichtung verändert werden, um auf den gewünschten Signalanteil triggern zu können. Bei nicht zur Triggerung ausreichender Signalamplitude bzw. ungeeigneter Trigger- **LEVEL**-Einstellung erfolgt kein Strahlstart und der Bildschirm zeigt keine Signaldarstellung.

Bei geeigneten Einstellungen kann auch jetzt mit dem **DEL.POS.**-Einsteller eine Verschiebung des gedehnten Signals in X-Richtung vorgenommen werden. Dies erfolgt aber nicht, wie im ungetriggerten **DELAY**-Betrieb, kontinuierlich, sondern von Triggerflanke zu Triggerflanke springend und bei den meisten Signalen nicht erkennbar. Im Falle der TV-Triggerung bedeutet dies, dass nicht nur auf Zeilensynchronimpulse, sondern auch auf im „Zeileninhalt" vorkommende Flanken getriggert werden kann.

Selbstverständlich ist die Dehnung nicht auf den im Beispiel gewählten Faktor 50 begrenzt. Eine Grenze bildet die mit zunehmender Dehnung abnehmende Strahlhelligkeit.

Der Umgang mit der Ablenkverzögerung, besonders bei schwierig darzustellenden Signalgemischen, bedarf einer gewissen Erfahrung. Die Aufzeichnung von Ausschnitten einfacher Signalarten ist dagegen von Anfang an problemlos. Der Einsatz der Ablenkverzögerung ist auch bei Zweikanalbetrieb und bei der Summen- und Differenzdarstellung möglich.

Achtung:
In der Kombination von gechopptem DUAL-Betrieb und hoher X-Dehnung im DELAY-Betrieb, können chopperbedingte Störungen sichtbar werden. Sie lassen sich durch Umschalten auf alternierenden DUAL-Betrieb beseitigen.

Wird anschließend auf getriggerten oder ungetriggerten **DELAY**-Betrieb geschaltet, erfolgt auch bei Zeitkoeffizienten von 0,2ms/cm bis 50 ns der gechoppte **DUAL**-Betrieb. Bei stark gedehnten Darstellungen kann dann die Kanalumschaltung während der Strahlablenkung sichtbar werden (abwechselnde Darstellung von Kanal I und II). Mit gleichzeitigem Drücken der **CHI**- und der **DUAL**-Taste kann auf alternierenden **DUAL**-Betrieb umgeschaltet werden. Eine nachfolgende Änderung des Zeitkoeffizienten bewirkt wieder die gechoppte Darstellung, kann aber wieder aufgehoben werden.

AUTOSET

Gerätespezifische Informationen sind dem Absatz **AUTOSET [2]** unter "Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Wie bereits im Abschnitt „Bedienelemente und Readout" erwähnt, werden – bis auf die POWER-Taste – alle Bedienelemente elektronisch abgefragt. Sie lassen sich daher auch steuern. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer automatischen, signalbezogenen Geräteeinstellung im Yt (Zeitbasis)-Betrieb, so dass in den meisten Fällen keine weitere manuelle Bedienung erforderlich ist. **AUTOSET** schaltet immer auf Yt-Betrieb.

Mit dem Betätigen der **AUTOSET**-Taste bleibt die zuvor gewählte Yt-Betriebsart unverändert, wenn Mono **CH I-**, **CH II**- oder **DUAL**-Betrieb vorlag; lag Additionsbetrieb vor, wird automatisch auf **DUAL** geschaltet. Der bzw. die Y-Ablenkkoeffizienten (**VOLTS / DIV.**) werden automatisch so gewählt, dass die Signalamplitude im Mono (Einkanal)-Betrieb ca. 6 cm nicht überschreitet, während im **DUAL**-Betrieb jedes Signal mit ca. 4 cm Höhe dargestellt wird. Dieses, wie auch die Erläuterungen für die automatische Zeitkoeffizienten (**TIME / DIV.**)-Einstellung, gilt für Signale, die nicht zu stark vom Tastverhältnis 1 : 1 abweichen.

Die automatische Zeitkoeffizienten-Einstellung sorgt für eine Darstellung von ca. 2 Signalperioden. Bei Signalen mit unterschiedlichen Frequenzanteilen, wie z.B. Videosignalen, erfolgt die Einstellung zufällig.

Durch die Betätigung der **AUTOSET**-Taste werden folgende Betriebsbedingungen vorgegeben:

- AC- oder DC-Eingangskopplung unverändert bzw. letzte Einstellung vor der Umschaltung auf GND
- interne (vom Mess-Signal abgeleitete) Triggerung
- automatische Triggerung
- Trigger-LEVEL-Einstellung auf Bereichsmitte
- Y-Ablenkkoeffizient(en) kalibriert
- Zeitbasis-Ablenkkoeffizient kalibriert
- AC-Triggerkopplung (Ausnahme: DC-Triggerkopplung)
- unverzögerter Zeitbasis-Betrieb
- keine X-Dehnung x10
- automatische X- und Y-Strahlpositionseinstellung
- Strahl und Readout sichtbar

Liegt GND-Eingangskopplung vor und wird AUTOSET betätigt, stellt sich die zuletzt benutzte Eingangskopplung (AC oder DC) ein.

Nur wenn zuvor **DC**-Triggerkopplung vorlag, wird nicht auf **AC**-Triggerkopplung geschaltet und die automatische Triggerung erfolgt ohne Spitzenwerterfassung.

Die mit **AUTOSET** vorgegebenen Betriebsbedingungen überschreiben die vorherigen Einstellungen. Falls unkalibrierte Bedingungen vorlagen, wird durch **AUTOSET** elektrisch automatisch in die kalibrierte Einstellung geschaltet. Anschließend kann die Bedienung wieder manuell erfolgen.

Die Ablenkkoeffizienten 1 mV/cm und 2 mV/cm werden, wegen der reduzierten Bandbreite in diesen Bereichen, durch **AUTOSET** nicht gewählt.

Achtung:
Liegt ein pulsförmiges Signal an, dessen Tastverhältnis einen Wert von ca. 400 : 1 erreicht oder überschreitet, ist in den meisten Fällen keine automatische Signaldarstellung mehr möglich. Der Y-Ablenkkoeffizient ist dann zu klein und der Zeit-Ablenkkoeffizient zu groß. Daraus resultiert, dass nur noch die Strahllinie dargestellt wird und der Puls nicht sichtbar ist.

In solchen Fällen empfiehlt es sich, auf Normaltriggerung umzuschalten und den Triggerpunkt ca. 5 mm über oder unter die Strahllinie zu stellen. Leuchtet dann die Triggeranzeige-LED, liegt ein derartiges Signal an. Um das Signal sichtbar zu machen, muss

zuerst ein kleinerer Zeit-Ablenkkoeffizient und danach ein größerer Y-Ablenkkoeffizient gewählt werden. Dabei kann sich allerdings die Strahlhelligkeit so stark verringern, dass der Puls nicht sichtbar wird.

Mittelwert-Anzeige

Bei abgeschalteten CURSOR-Linien zeigt das READOUT den Gleichspannungsmittelwert der Messspannung an, wenn im AUTO MEASURE-Menü die Funktion „DC" aktiviert ist und weitere Bedingungen erfüllt sind: Das zu messende Signal (bei Wechselspannungen >20 Hz) muss am Eingang von CH I **[25]** oder CH II **[28]** anliegen und mit DC-Eingangskopplung **[26; 29]** auf den nachfolgenden Messverstärker gelangen. Es muss Yt-(Zeitbasis) Betrieb mit interner Triggerung vorliegen (Triggerquelle: CH I **oder** CH II; keine alternierende Triggerung). Die Anzeige erfolgt nur wenn AC- oder DC-Triggerkopplung vorliegt. Sind die vorgenannten Bedingungen nicht erfüllt, wird „n/a" angezeigt.

Der Mittelwert wird mit Hilfe des bei interner Triggerung benutzten Triggersignalverstärkers erfasst. Im Einkanalbetrieb (CH I oder CH II) ergibt sich die Zuordnung der Mittelwertanzeige zum angezeigten Kanal automatisch, da mit der Kanalumschaltung automatisch auch die Triggerquelle (Verstärker) umgeschaltet wird. Bei DUAL-Betrieb kann die Triggerquelle (CH I oder CH II) gewählt werden. Die Mittelwertanzeige bezieht sich auf den Kanal, von dem das Triggersignal stammt.

Der Gleichspannungsmittelwert wird mit Vorzeichen angezeigt (z.B. dc: Y1 501 mV bzw. dc: Y1 – 501 mV). Messbereichsüberschreitungen werden durch „<" bzw. „>" Zeichen gekennzeichnet (z.B. dc: Y1 <–1.80 V bzw. dc: Y1 >1.80 V). Bedingt durch eine für die Mittelwertanzeige notwendige Zeitkonstante, aktualisiert sich die Anzeige erst nach einigen Sekunden, wenn Spannungsänderungen erfolgen.

Bei der Anzeigegenauigkeit sind die Spezifikationen des Oszilloskops zu beachten (maximale Toleranz der Messverstärker 3% von 5 mV/cm bis 20 V/cm). Normalerweise liegen die Messverstärkertoleranzen deutlich unterhalb von 3%; es sind jedoch weitere Abweichungen, wie z.B. unvermeidliche Offsetspannungen zu berücksichtigen, die ohne angelegtes Mess-Signal eine von 0 Volt abweichende Anzeige bewirken können.

Die Anzeige zeigt den arithmetischen (linearen) Mittelwert. Bei Gleich- bzw. Mischspannungen (Gleichspannungen mit überlagerter Wechselspannung) wird die Gleichspannung bzw. der Gleichspannungsanteil angezeigt. Im Falle von Rechteckspannungen geht das Tastverhältnis in die Mittelwertanzeige ein.

Komponenten-Test

Gerätebezogene Informationen, welche die Bedienung und die Messanschlüsse betreffen, sind dem Absatz **CT [37]** unter „Bedienelemente und Readout" zu entnehmen.

Das Oszilloskop verfügt über einen eingebauten Komponenten-Tester. Der zweipolige Anschluss des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die dafür vorgesehenen Buchsen. Im Komponententest-Betrieb sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den auf der Frontplatte befindlichen BNC-Buchsen weiter anliegen, wenn einzelne nicht in Schaltungen befindliche Bauteile (Einzelbauteile) getestet werden. Nur in diesem Fall müssen die Zuleitungen zu den BNC-Buchsen nicht gelöst werden (siehe „Tests direkt in der Schaltung"). Außer den **INTENS. / FOCUS**- und dem **X-POS.**-Einstellern haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluß auf diesen Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit dem Oszilloskop sind zwei einfache Mess-Schnüre mit 4 mm-Bananensteckern erforderlich.

Wie im Abschnitt **SICHERHEIT** beschrieben, sind alle Messanschlüsse (bei einwandfreiem Betrieb) mit dem Netzschutzleiter verbunden, also auch die Buchsen für den Komponententester. Für den Test von Einzelbauteilen (nicht in Geräten bzw. Schaltungen befindlich) ist dies ohne Belang, da diese Bauteile nicht mit dem Netzschutzleiter verbunden sein können.

Sollen Bauteile getestet werden, die sich in Testschaltungen bzw. Geräten befinden, müssen die Schaltungen bzw. Geräte unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Soweit Netzbetrieb vorliegt, ist auch der Netzstecker des Testobjektes zu ziehen. Damit wird sichergestellt, dass eine Verbindung zwischen Oszilloskop und Testobjekt über den Schutzleiter vermieden wird. Sie hätte falsche Testergebnisse zur Folge.

Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Ein im Oszilloskop befindlicher Sinusgenerator erzeugt eine Sinusspannung, deren Frequenz 50 Hz (±10%) beträgt. Sie speist eine Reihenschaltung aus Prüfobjekt und eingebautem Widerstand. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.
Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z.B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohmische Widerstände zwischen 20 und 4,7 kΩ testen.

Kondensatoren und Induktivitäten (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. Lage und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei einer Frequenz von 50 Hz. Kondensatoren werden im Bereich 0,1 µF bis 1000 µF angezeigt.

Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet eine hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).

Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).

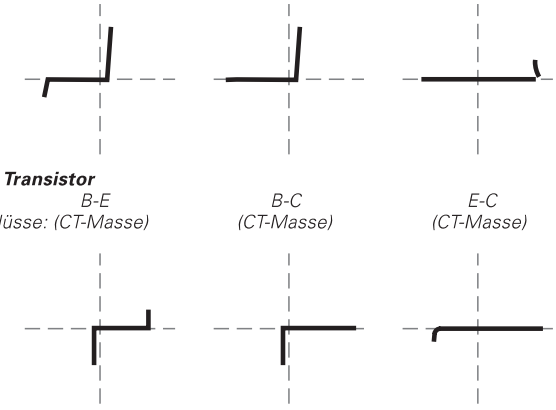
Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

Bei Halbleitern erkennt man die spannungsabhängigen Kennlinienknicke beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik dargestellt (z.B. bei ei-

ner Z-Diode unter 10 V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z.B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da der Teststrom nur einige mA beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller Halbleiter zerstörungsfrei geprüft werden. Eine Bestimmung von Halbleiter-Durchbruch- und Sperrspannung >10 V ist nicht möglich. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.

Typ:	**Normale Diode**	**Hochspannung-Diode**	**Z-Diode 6.8V**
Pole:	Kathode-Anode	Kathode-Anode	Kathode-Anode
Anschlüsse:	(CT-Masse)	(CT-Masse)	(CT-Masse)

Recht genaue Ergebnisse erhält man beim Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere für Halbleiter. Man kann damit z.B. den kathodenseitigen Anschluss einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlussfolge B-C-E eines unbekannten Transistortyps schnell ermitteln.



N-P-N Transistor			
Pole:	B-E	B-C	E-C
Anschlüsse:	(CT-Masse)	(CT-Masse)	(CT-Masse)

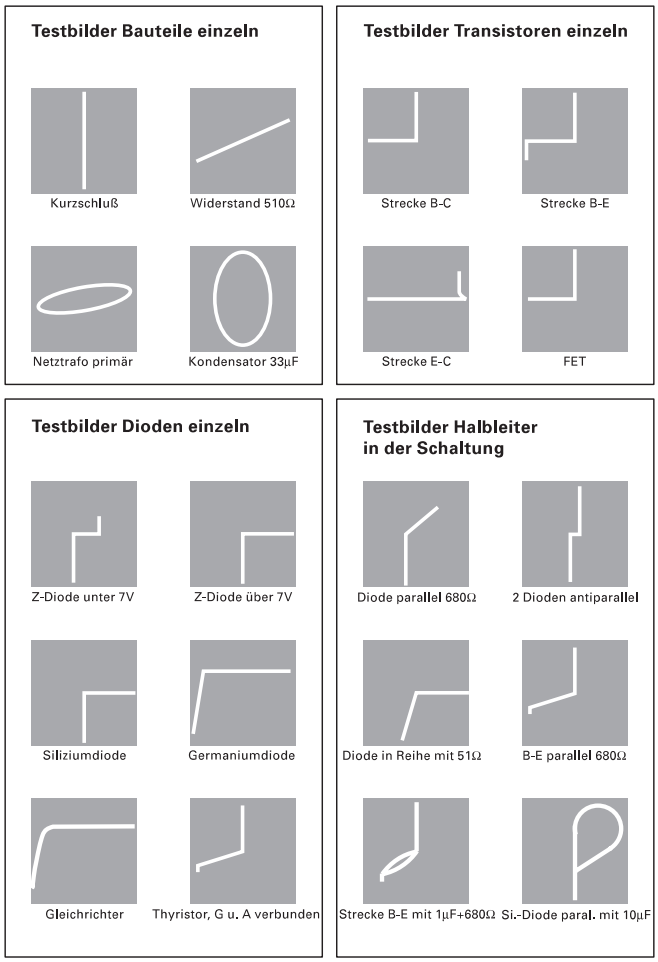
P-N-P Transistor			
Pole:	B-E	B-C	E-C
Anschlüsse:	(CT-Masse)	(CT-Masse)	(CT-Masse)

Zu beachten ist hier der Hinweis, dass die Anschlussumpolung eines Halbleiters (Vertauschen der Messkabel) eine Drehung des Testbilds um 180° um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt.

Wichtiger noch ist die einfache Gut-/Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluss, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird. Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in Bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluss eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

Tests direkt in der Schaltung sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen – besonders wenn diese bei einer Frequenz von 50 Hz relativ niederohmig sind – ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung.

Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung nicht unter Strom gesetzt werden muss (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Messpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluss einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluss sollte dann mit dem nicht an der Massebuchse angeschlossenen Messkabel verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.



Die Testbilder zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

Abgleich

Nach Aufruf von MAIN MENU > ADJUSTMENT > AUTO ADJUSTMENT werden mehrere Menüpunkte angezeigt. Sie können vom Anwender aufgerufen werden und bewirken dann einen automatischen Abgleich.

Alle Menüpunkte betreffen das Temperaturverhalten des Oszilloskops unter extremen Umgebungsbedingungen, wenn die Umgebungstemperatur stark von ca. 21 °C abweicht, bei der der Werksabgleich erfolgte. Fehler (z.B. durch das Anlegen zu hoher

Spannungen) können ein ähnliches Verhalten hervorrufen; lassen sich durch die Abgleichprozeduren aber nicht beheben.

Während des Abgleichs werden Sollwertabweichungen korrigiert und dauerhaft gespeichert. Ändern sich die Umgebungstemperaturen erneut stark, kann ein erneuter Abgleich erforderlich werden.

Vor Aufruf der Abgleichprozedur muss das Oszilloskop seine Betriebstemperatur erreicht haben. Während des Abgleichs darf an den BNC-Buchsen kein Signal anliegen.

Folgende Abgleichpunkte lassen sich aufrufen:

1. SWEEP START POSITIONS
Bei Yt- (Zeitbasis-) Betrieb ist die Position des Strahlstarts abhängig vom gewählten Zeitkoeffizienten. Der Abgleich minimiert derartige Positionsänderungen. Während des automatischen Abgleichs wird „WORKING" angezeigt.

2. Y AMP (Messverstärker Kanal I und II)
Mit Ändern des Y-Ablenkkoeffizienten im Bereich 5mV/div bis 20V/div. sind geringe Y-Positionsänderungen unvermeidlich. Änderungen von mehr als ±0,2 div werden mit dem Abgleich korrigiert. Die Angaben beziehen sich auf offene, aber abgeschirmte Messeingänge.
Der automatische Abgleich wird immer für beide Messverstärker durchgeführt. Nach dem Abgleich wird wieder das AUTO ADJUSTMENT MENU angezeigt.

3. TRIGGER AMP
Bei interner Triggerung (Triggerquelle: CH I oder II) und der Umschaltung von AC- auf DC-Triggerkopplung können Abweichungen des Triggerpunktes sichtbar werden, obwohl das an der CH I- oder CH II-Buchse anliegende 50 kHz Sinussignal über einen Koppelkondensator (AC-Eingangskopplung) auf die Mess- und Trigger-Verstärker gelangt. Der automatische Abgleich betrifft immer beide Triggerverstärker und minimiert derartige Abweichungen.
Nach erfolgtem Abgleich wird erneut das AUTO ADJUSTMENT MENU angezeigt.

4. X MAG POS
Mit X MAG POS wird der Einstellbereich des X-POS.-Einstellers zwischen gedehnter (X-MAG. x10) und ungedehnter Darstellung koordiniert.

5. CT X POS
Der Einstellbereich des X-POS.-Einstellers bei „Component Tester"-Betrieb wird an Yt-Betrieb mit X-MAG. x1 angepasst.

RS-232 Interface – Fernsteuerung

Sicherheitshinweis

Achtung:
Alle Anschlüsse der Schnittstelle am Oszilloskop sind galvanisch mit dem Oszilloskop verbunden.

Messungen an hochliegendem Messbezugspotential sind nicht zulässig und gefährden Oszilloskop, Interface und daran angeschlossene Geräte.

Bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise (siehe auch „Sicherheit") werden Schäden an **HAMEG**-Produkten nicht von der Garantie erfasst. Auch haftet **HAMEG** nicht für Schäden an Personen oder Fremdfabrikaten.

Beschreibung
Das Oszilloskop verfügt auf der Geräterückseite über eine RS-232 Schnittstelle, die als 9polige D-SUB Kupplung ausgeführt ist. Über diese bidirektionale Schnittstelle können Einstellparameter von einem externen Gerät (z.B. PC) zum Oszilloskop gesendet, bzw. durch das externe Gerät abgerufen werden. Eine direkte Verbindung vom PC (serieller Port) zum Interface kann über ein 9poliges abgeschirmtes Kabel (1:1 beschaltet) hergestellt werden. Die maximale Länge darf 3 m nicht erreichen. Die Steckerbelegung für das RS-232 Interface (9polige D-Subminiatur Buchse) ist folgendermaßen festgelegt:

Pin
2 Tx Data (Daten vom Oszilloskop zum externen Gerät)
3 Rx Data (Daten vom externen Gerät zum Oszilloskop)
7 CTS Sendebereitschaft
8 RTS Empfangsbereitschaft
5 Ground (Bezugspotential über Oszilloskop (Schutzklasse I) und Netzkabel mit dem Schutzleiter verbunden.
9 +5V Versorgungsspannung für externe Geräte (max. 400mA).

Der maximal zulässige Spannungshub an den Tx, Rx, RTS und CTS Anschlüssen beträgt ± 12Volt. Die RS232-Parameter für die Schnittstelle lauten:

N-8-2 (kein Paritätsbit, 8 Datenbits, 2 Stoppbits, RTS/CTS-Hardware-Protokoll).

Baudrateneinstellung
Die Baudrateneinstellung erfolgt automatisch. BEREICH: 110 Baud bis 115200 Baud (keine Parität, Datenlänge 8 Bit, 2 Stoppbit). Mit dem ersten nach POWER-UP (Einschalten des Oszilloskops) gesendeten SPACE CR (20hex, ODhex) wird die Baudrate eingestellt. Diese bleibt bis zum POWER-DOWN (Auschalten des Oszilloskops) oder bis zum Aufheben des Remote-Zustandes durch das Kommando RM=O, bzw. die Taste LOCAL (AUTO-SET-Taste), wenn diese vorher freigegeben wurde, erhalten.

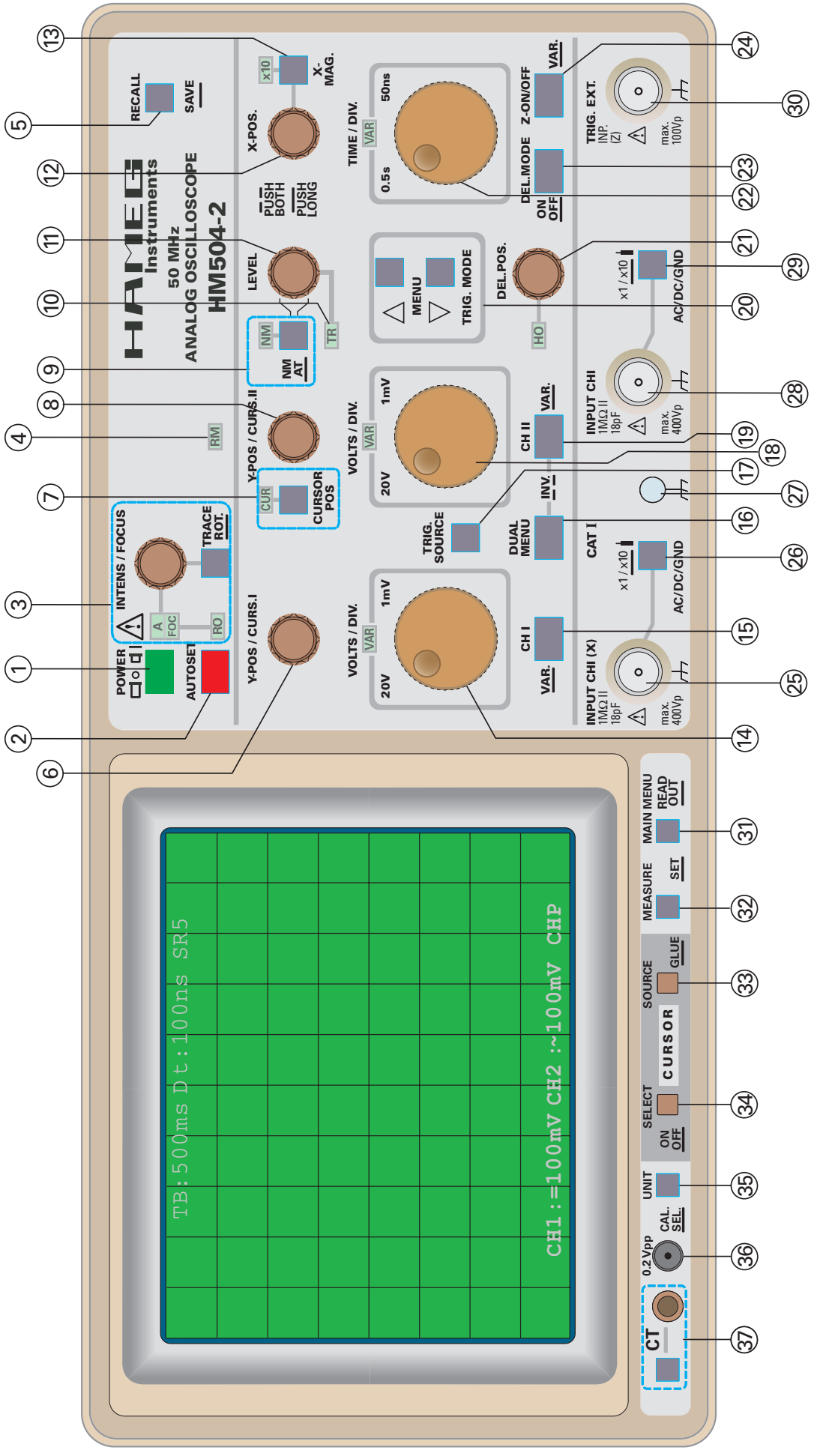
Nach Aufheben des Remote-Zustandes (**RM**-LED **[3]** dunkel) kann die Datenübertragung nur mit Senden von SPACE CR wieder aufgenommen werden. Erkennt das Scope kein SPACE CR als erste Zeichen, wird TxD für ca. 0.2 ms auf Low gezogen und erzeugt damit einen Rahmenfehler.

Hat das Scope SPACE CR erkannt und seine Baudrate eingestellt, antwortet es mit dem RETURNCODE „O CR LF". Die Tastatur des Scopes ist danach gesperrt. Die Zeit zwischen Remote OFF und Remote ON muss mindestens

$$t_{min}$$**=2 x (1/Baudrate) + 60µs** betragen.

Datenübertragung
Nach erfolgreicher Baudrateneinstellung befindet sich das Scope im Remote-Zustand und ist zur Entgegennahme von Befehlen bereit.

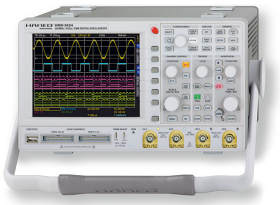
Ein Datenträger mit Programmierbeispielen, der Liste aller Befehle (Tools) und einem unter Windows 95, 98, Me, 2000, NT 4.0 (mit Servicepack 4 oder höher) und XP lauffähigem Programm (SP107), gehört zum Lieferumfang des Oszilloskops.



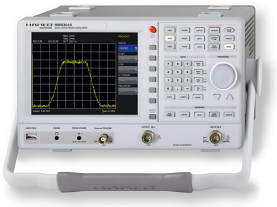
Änderungen vorbehalten

HAMEG®
Instruments
A Rohde&Schwarz Company

Oszilloskope



Spektrumanalysatoren



Netzgeräte

Modularsystem
Serie 8000

Steuerbare Messgeräte
Serie 8100

Händler

www.hameg.com

41-0504-02D1

Änderungen vorbehalten
41-0504-02D1 (3) 19112009-gw
© HAMEG Instruments GmbH
A Rohde & Schwarz Company
DQS-Zertifikation: DIN EN ISO 9001:2000
Reg.-Nr.: 071040 QM

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen
Tel +49 (0) 61 82 800-0
Fax +49 (0) 61 82 800-100
sales@hameg.de